nature
الطبعة العربية

روبوت غوّاص يسبر أعماق البحار

روبوت مَرِن ذاتي التشغيل يحاكي في تصميمه الأسماك لاستكشاف أعماق البحار

إحياء العقاقير المُهلوسة
أتنجح المواد المُهلوسة في الوصول إلى مراتب عقاقير العلاج النفسي؟

فيروس كورونا
على العالَم أن يعتاد التعايش مع فيروس "سارس-كوف-2"

فَضْح التحيز
تَعَلُّم الآلة يساعد على رصد أشكال التمييز على مواقع التوظيف



ARABICEDITION.NATURE.COM
مارس 2021 / السنة السابعة / العدد 66
ISSN 977-2314-55003

nature

رسالة رئيس التحرير

إطلالة على آفاق العلوم

أهلًا بكم في عدد ربع سنوي جديد من دورية «*Nature* الطبعة العربية»، لنعرض لكم مختارات من أهم ما نُشر في دورية *Nature* الدولية خلال الفترة من يناير إلى مارس 2021، وإضاءات على آفاق تَقدُّم العلوم.

ندخل عامًا جديدًا يواصل العالَم فيه حربه ضد فيروس "سارس- كوف-2" المتسبب في جائحة مرض "كوفيد- 19" الذي أصاب ملايين الأشخاص حول العالم، وفتك بأكثر من ثلاثة ملايين شخص حتى كتابة هذه السطور. الخبر الإيجابي هنا هو ظهور عدة لقاحات، وتَلَقِّي ملايين الأشخاص حول العالم هذه اللقاحات، في محاولة لاستباق تحوُّر الفيروس إلى سلالات أقوى وأسرع انتشارًا، وهو ما حدث بالفعل في نهاية العام الماضي.

وفي قسم "أخبار في دائرة الضوء"، وتحت عنوان "سلالات كورونا المتحوِّرة تشهد على أهمية جهود الرصد الجينومي"، نتعرف على القيود التي يواجهها العلماء في بعض المناطق لرصد الطفرات الجديدة التي يكتسبها الفيروس. وفي ظل استمرار إجراءات الإغلاق والتباعد الاجتماعي، نستكشف التغيرات التي تطرأ على صعيد الصحة النفسية للأفراد، نتيجةً لتدابير مواجهة المرض، وذلك تحت عنوان "أضرار «كوفيد-19» على الصحة النفسية: العلماء يتتبعون ارتفاع مستويات الاكتئاب"، كما نرصد ردود أفعال العلماء على خطة الرئيس الأمريكي، جو بايدن، لمكافحة "كوفيد-19". وبعيدًا عن الجائحة، نحتفي معًا بوصول مسبار "أمل" الإماراتي إلى مدار المريخ، ليصبح أول بعثة عربية تحقق هذا الإنجاز، بالإضافة إلى استطلاع طبيعة الخلاف بشأن القواعد المنظِّمة للتبرع بالعينات والبيانات البيولوجية البحثية في أفريقيا.

ونستكشف في قسم التحقيقات محاولات العلماء لفك غموض دور العوامل الميكانيكية المؤثرة في الجسم، بدءًا من تكوُّن الجنين، حتى البلوغ، وذلك تحت عنوان "القوى المحركة للحياة". وكما ذكرنا سابقًا، فإن فيروس "سارس-كوف-2" يبدو عدوًا شديد البأس، وربما يبقى هاجسًا مؤرِّقًا لفترة طويلة، حسبما يرى علماء كثيرون، استطلعت دورية *Nature* آراءهم في تحقيق تحت عنوان "فيروس كورونا سيصبح متوطنًا". وعلى صعيد متصل، نتعرف على المعوقات التي تواجه التبادل الحر والآني للمعلومات للبيانات الجينومية التي كانت الأساس الذي قامت عليه أبحاث اللقاحات المضادة للمرض، والتي تقوم عليها أبحاث كثيرة ترمي إلى فهم وعلاج مئات الأمراض الأخرى.

بعد مرور عقدين على اكتمال مشروع الجينوم البشري (HGP)، ما زال علينا أن نحقق الكثير، لضمان خدمة علوم الجينوم للصالح العام على مستوى العالم، ولذا يستعرض أمبرواز وونكام، مدير الجمعية الأفريقية لعلم الجينات البشرية، في قسم التعليقات، مشروع "ثلاثة ملايين جينوم أفريقي"، الذي يهدف إلى بناء قدرات القارة الأفريقية في مجال البحوث الجينومية وتطبيقاتها.

أما في قسم «كتب وفنون»، فتعرض ميناكشي وادوا كتابًا جديدًا عن تاريخ النيازك، وآخِر المستجدات بشأنها، حيث تُشَبِّهها بأنها "كبسولات زمنية كونية"، إذ تسجل تفاصيل أحداث من بواكير حياة نظامنا الشمسي. وتُحاوِر أليكساندرا فيتزه المؤرخة باتريشيا فارا حول كتابها الذي لم يخرج إلى النور بعد، والذي يضم 42 رسمًا من رسوم الكاريكاتير، تعود إلى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، وتتناول موضوعات علمية، وكيف كانت هذه الرسومات في وقتها ذاك هي المقابل لِمَا بات يُعرف في عصرنا الحاضر بالرسوم الفكاهية الساخرة (أو "ميمز" memes).

وفي قسم «أخبار وآراء»، يستعرض كريستوفر تومسون، تحت عنوان "قنابل كهرومغناطيسية كونية تكشف أسرارها"، ثلاث أوراق بحثية، يضع باحثوها بعض الأسس لدراسة مجموعة من مصادر الانفجارات الفلكية المولِّدة لأشعة جاما خارج مجرّتنا، وهي مصادر توجد نظائر مشابِهَة لها بالقرب من كوكبنا، ودُرِست جيدًا في حالة السكون. وقد تكون مرتبطة بأحداث التدفق الراديوي السريعة، التي تُعَد من أكثر موضوعات علم الفلك إثارة للاهتمام. وتحت عنوان " إغلاق حلقة إعادة تدوير البلاستيك الحيوي"، يتناول شارلوت كيه. ويليامز، وجورجينا إل. جريجوري دراسةً، أَنْتَجَ باحثوها مواد بلاستيكية عالية الأداء، مُشتقَّة من زيوت متجددة، ومصممة على المستوى الجزيئي، بحيث تكون قابلةً بالفعل لإعادة التدوير.

رئيس التحرير
علياء حامد

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

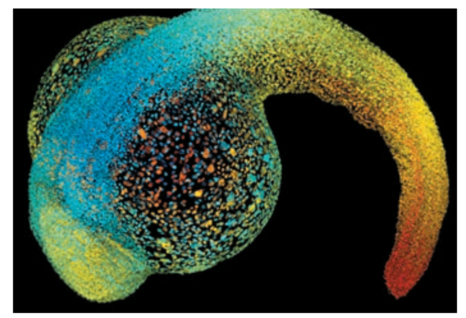
Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

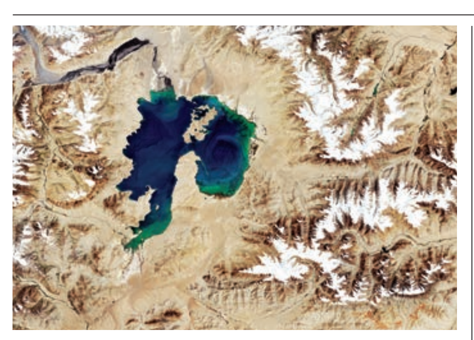
NAE Riyadh office
Leaders Tower 1,
7853 takhassusi,
Al Olaya, Riyadh
12333 3214,
Saudi Arabia.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات


وجبة حارَّة: ماذا يجعل طعام أحد البلدان حريفًا أكثر من غيره؟ ص.13


القوى المحرِّكة للحياة ص.26


تاريخٌ سَجَّلَتْه الصخور القادمة من الفضاء ص.40

افتتاحيات

رؤية عالمية

أضواء على البحوث

موجز الأخبار

أخبار في دائرة الضوء

تحقيقات

تعليقات

كتب وفنون

مهن علمية

حيث أعمل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أنباء وآراء



على الغلاف

روبوت غوّاص يسبر أعماق البحار. قد تعني ظروف أعماق البحار القاسية أن يظل هذا الجزء من كوكبنا محاطًا بالغموض إلى حد كبير. وفي هذا العدد، يقدم لنا تيفينج لي وزملاؤه روبوتًا مرنًا، يمكنه العمل في أعماق سحيقة تبلغ حوالي 11 ألف متر. وقد استُلهِم تصميم هذا الروبوت من أسماك قواقع البحر(*Pseudoliparis swirei*) التي تسكن أعماق البحار. وتتوزع مكونات الروبوت الإلكترونية العديدة على جسمه بالكامل، الذي تغلفه مصفوفة من السيليكون، تسمح له بتحمُّل الضغط الشديد. وقد تمكن الفريق البحثي خلال الاختبارات من تشغيل الروبوت على عمق يبلغ 3224 مترًا تحت سطح بحر جنوب الصين، وعلى أعماق تصل إلى 10,900 متر في خندق ماريانا. ويعرض هذا الغلاف رسمًا تخيُّليًّا للروبوت وأسماك قواقع البحر التي استُلهِم تصميمه منها.

صورة الغلاف: تيفينج لي/ جامعة زيجيانج

صفحة 56

ملخصات الأبحاث

nature

في مواجهة التغيُّر المناخي.. لا غِنى عن بيانات موثوق بها بشأن التمويل

لا بد من الاتفاق على نظام لتسوية الخلافات القائمة حول مقدار التمويل الذي تقدمه الدول الغنية إلى الدول الفقيرة لإقامة المشروعات صديقة البيئة.

قبل أسبوعين من إقرار اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ، في عام 2015، نشرت الحكومة الهندية تقريرًا كاد يعصف بالمحادثات المؤدية إلى تبنِّي هذا الاتفاق.

كان على الدول النامية الالتزام بخفض انبعاثات الكربون الناجمة عن الاحتباس الحراري. وفي مقابل ذلك، كان من المقرَّر أن تتلقَّى تلك الدول من الدول المتقدمة، بحلول عام 2020، دعمًا ماليًّا يصل إلى 100 مليار دولار أمريكي سنويًّا، يُخصَّص لتمويل جهود مواجهة التغيرات المناخية. وقد كشفت البيانات التي نشرتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، التي تمثل عدة دول غنيَّة، أن تلك الدول المتقدمة كانت في طريقها إلى تحقيق تلك الغاية؛ إذ قدَّمَتْ حوالي 50 مليار دولار سنويًّا إلى الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط (go.nature.com/3rrmvoe). غير أنَّ الهند أفادت بأن الرقم الحقيقي لم يزد على 2.2 مليار دولار تقريبًا، وأن الأرقام التي قدَّمتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ربما انطوَتْ على "تلاعب ومبالغة" (go.nature.com/3rx5u0p)؛ الأمر الذي أدَّى إلى تأجيج الخلافات القائمة بين الجانبين.

لكنَّ اجتماع باريس مرَّ بسلام، بعد تعهُّد كلٍّ من الدول المتقدمة والدول النامية بخفض انبعاثات الكربون الناجمة عن الاحتباس الحراري، والعودة إلى مناقشة التزامات أكثر طموحًا في عام 2020. ومع ذلك، فقد استمر الجدل حول بيانات التمويل. وحتى يومنا هذا، بعد انقضاء خمس سنوات على دخول اتفاق باريس حيز التنفيذ، لا يزال هذا الجدل دائرًا، ويلقي بظلاله على الدورة السادسة والعشرين لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ (COP26)، المقرر انعقادها في نوفمبر المقبل، حيث ستجتمع الدول الأعضاء في مدينة جلاسجو بالمملكة المتحدة، من أجل تقييم الإجراءات المتَّخذة للوفاء بالتزاماتها حيال قضية التغيُّر المناخي.

سوف يكون هذا العام عامًا مفصليًّا فيما يتعلق بجهود مواجهة التغيرات المناخية؛ فقد تعهدت دولٌ عدَّة بالسعي إلى القضاء على انبعاثات الكربون نهائيًّا. على أننا لم نشهد سوى تقدُّم طفيف على طريق تسوية الخلافات القائمة حول التمويل الحكومي لجهود مواجهة التغيرات المناخية. هذا على الرغم من أنَّ الدول المتقدمة قد وفَّرت في عام 2018 دعمًا ماليًّا يُقدر بحوالي 80 مليار دولار، بلغ حجم التمويل الحكومي منه 62.2 مليار، بينما بلغ حجم الأموال المقدَّمة من القطاع الخاص 14.6 مليار، وذلك وفقًا لأحدث البيانات الصادرة عن منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (go.nature.com/38fujnd). وإذا استمرت الزيادة على هذا المنوال، فسوف تصبح هذه الدول قاب قوسين أو أدنى من تحقيق الهدف المرصود (المتمثل في توفير 100 مليار دولار لرفد جهود مواجهة تغيُّر المناخ) في عام 2020.

غير أنَّ هناك دراساتٍ أخرى تقدم بيانات مغايرة؛ ففي شهر أكتوبر الماضي، كشف تقرير صادر عن منظمة "أوكسفام" Oxfam، المعنية بتقديم المعونات وشؤون التنمية، عن أن المساعدات المتعلقة بالمناخ التي وفرتها الدول المتقدمة خلال عامَي 2017 و2018 لم تتجاوز 22.5 مليار دولار (go.nature.com/3hrgxkl). وفي العام الماضي، توصَّل باحثون مكلَّفون من قِبل الأمين العام لمنظمة الأمم المتحدة، أنطونيو جوتيريش، إلى أن الدول المانحة تضيف إلى أرقام إسهاماتها الفعلية مَبالغ تتراوح بين 3 و4 مليارات دولار (go.nature.com/2mdzghp).

> "في نظر الكثيرين، يُعَد مؤتمر الأمم المتحدة السادس والعشرون بشأن المناخ آخر فرصة لاتخاذ خطوات موحدة وهادفة في هذا الملف".

ويرى سليم الحق، مدير المركز الدولي لتغيُّر المناخ والتنمية، ومقرُّه في العاصمة البنجالية دكا، أن هذا التبايُن في التقديرات ليس بالشيء الجديد، ولكنه يصبُّ في اتجاه غياب الثقة مجددًا، قبيل انعقاد مثل هذا الاجتماع المهم حول المناخ. والحلُّ الأمثل، من وجهة نظره، يتمثَّل في أن يُعهَد بعملية التحقُّق من البيانات إلى منظمات تحظى بثقة جميع الأطراف، أو أن تخضع لإجراءاتٍ تُعَد موضع ثقةٍ من الجميع، وإلا فلا أمل في إيجاد حلٍّ لهذه التبايُنات.

وتتمثل إحدى نقاط الخلاف الجوهرية في أن حوالي 80% مما تتلقَّاه الدول النامية من تمويل خاص بالمناخ يُقدَّم إليها على هيئة قروض. أما التمويل المقدَّم في صورة مِنَح، فتشهد معدلاته تراجُعًا متواصلًا، حيث انخفضَتْ بين عامي 2013 و2018، على سبيل المثال، من 27% إلى 20%. ومما تجدر الإشارة إليه أن الاتجاه إلى الإقراض يُعَد أمرًا إشكاليًّا، لسببين: أولهما، أن القروض يتعين سدادها، مضافةً إليها قيمة الفائدة؛ والثاني، أن القروض غالبًا ما تُمنح لتمويل مشروعات ذات عائدٍ على الاستثمار، مثل مشروعات توليد الطاقة. وفي الوقت ذاته، تنخفض فرص الحصول على قروض لتمويل مشروعات من شأنها أن تجعل الدول أقدر على مجابهة التحديات، ولكنها لا تجلب ربحًا، مثل مشروعات التشييد الهادفة إلى مواجهة الفيضانات.

ومما يعزز الشكوك القائمة، فيما يتعلق بالتمويل الموجَّه إلى مواجهة التغيرات المناخية، غياب أية قواعد متفَق عليها لحصر تلك الأموال. ففي التقرير الصادر عن الهند في عام 2015، على سبيل المثال، حصر الباحثون مبلغًا مقداره 2.2 مليار دولار، قالوا إنه إجماليُّ ما تم إنفاقه بالفعل، في حين جاءت البيانات المقدَّمة من الدول المانحة متضمنةً كافة المبالغ التي تعهدت تلك الدول بتقديمها، بغضِّ النظر عما إذا كانت تلك الأموال قد وصلت إلى الجهات المستهدفة، أم لا. كما جاءت الحسابات الصادرة عن منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية متضمنةً أموالًا موجهة إلى مشروعات لا ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمساعي التخفيف من آثار التغيرات المناخية، حيث نجد أنها تُورِد ضمن تقاريرها، على سبيل المثال، تمويل إقامة مشروعات أكثر كفاءة للحصول على الطاقة من الفحم، على اعتبار أن تلك المشروعات تسهم في خفض انبعاثات الكربون، بالمقارنة بتقنيات أقدم لتوليد الطاقة من الفحم.

يعمل الباحثون في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية وفقًا للكتيب الإرشادي الذي أُقِرَّ خلال الدورة الرابعة والعشرين لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ (COP24)، الذي عُقد في بولندا عام 2018. وتعكف الدول الأعضاء في منظمة الأمم المتحدة على محاولة إيجاد طرق للحصول على بيانات أكثر دقة. ولكنْ حتى إذا تم التوصل إلى معايير واضحة، وآليات أكثر شفافية لإعداد التقارير، فهناك أمر لن يتغير، وهو أنَّ منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية هي منظمة حكومية، لا تمثل غالبية الدول. ولو أردنا تجنُّب كثرة الأخذ والرد في هذا الملف، يلزم التوصل إلى آلية للتحقُّق من المبالغ المدفوعة لتمويل جهود مواجهة التغيرات المناخية، تشمل وجهات نظر الدول غير الأعضاء في المنظمة.

وإذا رغِبَتْ الدول المتقدمة والنامية في الاتفاق على قواعد لحساب مبالغ الدعم، فعليها أن تنظر في إمكانية الاستعانة بطرف ثالث، يكون محل ثقة الأطراف كافة، ويلعب دورًا في وضع معايير التحقق من البيانات، على ألا يكون منخرطًا في تجاذبات الدبلوماسية الدولية. قد يكون هذا الطرف هو اللجنة الإحصائية التابعة للأمم المتحدة، أو المنظمة الدولية لتوحيد المعايير. وحول هذا الشأن، قال سلوين هارت، مستشار الأمين العام للأمم المتحدة بشأن تمويل جهود مواجهة التغيرات المناخية: "يتعين على الدول أن تقدم مقترحات، وأن تتوصل إلى تفاهم مشترك، يجعل كافة الأطراف مطمئنة إلى تحقق اعتبارات الدقة والمساءلة".

nature

بقي على انعقاد الدورة السادسة والعشرين لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ (COP26) أقل من عام. وفي نظر الكثيرين، يُعَد هذا المؤتمر آخر فرصة لاتخاذ خطوات موحدة وهادفة بشأن التغيرات المناخية؛ ولذا، فلا بديل عن نجاح هذا المؤتمر. وهو ما يستلزم من الدول المتقدمة والنامية الاتفاق على أهداف طموحة لخفض الانبعاثات، وضمان حصول الدول الأشد فقرًا، وكذا الدول الأكثر عُرضة لتبعات التغيرات المناخية، على الدعم اللازم لتطوير اقتصادها بصورة أكثر استدامة، بما يمكِّنها من مواجهة الآثار الحتمية الناجمة عن الاحتباس الحراري. بقي أن نُشير إلى أنَّ هذا المبلغ الذي تعهَّدت الدول المتقدمة بتقديمه (100 مليار دولار) لا يمثل سوى جزء ضئيل من المبلغ المطلوب، وهو ما يستدعي تغيير مسار الاستثمار حول العالم على النحو الذي يدعم التنمية المستدامة. إذا استطاع قادة العالم تحقيق هذه الغاية، فسوف يكون ذلك بمثابة طوق النجاة الحقيقي لكوكب الأرض.

فلنُحدِّث الإرشادات الخاصة بكيفية انتشار فيروس كورونا

من النادر أن ينتقل مرض "كوفيد-19" من شخصٍ إلى آخر عبر ملامسة سطح ما. ويجب على منظمة الصحة العالمية ووكالات الصحة الوطنية توضيح نصائحها في هذا الصدد.

بعد مرور عامٍ على اندلاع جائحة "كوفيد-19"، أضحت لدينا الآن أدلةٌ واضحة، إذ تَبيَّن أنَّ فيروس كورونا المعروف باسم "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2 ينتقل في الأساس عن طريق الهواء، عبر القطيرات الكبيرة والجسيمات الصغيرة المعروفة باسم الهباء الجوي، التي تَصْدُر من المصابين بالفيروس في أثناء الكلام والزفير. أما الإصابة بالفيروس عبر ملامسة سطح ما، فتبدو نادرة الحدوث، رغم كونها غير مستبعَدة (E. Goldman *Lancet Infect. Dis.* 20, 892- 893; 2020).

ومع ذلك، ما زالت بعض وكالات الصحة العامة يؤكد أنَّ السطوح تشكل تهديدًا، وأنَّه ينبغي تطهيرها باستمرار. وهذا يسفر عن رسالةٍ عامة مربكة، في وقتٍ يحتاج الناس فيه إلى إرشاداتٍ واضحة عن كيفية ترتيب أولوياتهم فيما يخص جهود منع انتشار الفيروس.

وعلى سبيل المثال، في آخِر تحديثٍ للإرشادات العامة لمنظمة الصحة العالمية (WHO)، صدر في شهر أكتوبر الماضي، أوصت المنظمة باتباع مجموعةٍ من الاحتياطات، منها: "تجنّب لمس السطوح، خاصةً في الأماكن العامة، لأنَّ شخصًا مصابًا بعدوى "كوفيد-19" ربما يكون قد لمسها قبلك. لذا، نظِّف السطوح المختلفة بانتظام باستخدام محاليل التطهير المتعارف عليها". وفي شهر يناير الماضي، صرَّح أحد ممثلي المنظمة لدورية *Nature* بأنَّ هناك أدلةً محدودة على انتقال فيروس كورونا عبر السطوح الملوثة، التي تُعرف باسم "أدوات العدوى" Fomites، بيد أنَّ المنظمة نوّهت إلى أنَّ هذه الأدوات ما زالت تُعَد وسيلةً محتملة لانتقال الفيروس، وأشارت إلى أدلةٍ تثبت اكتشاف حمضه النووي الريبي "في الحيز المحيط بالمصابين به". كذلك تشير المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها (CDC) على موقعها الإلكتروني إلى أنَّ انتقال الفيروس عبر السطوح "لا يُعتقد أنَّه طريقةٌ شائعة لانتشار مرض «كوفيد-19»"، إلا أنَّها تذكر أيضًا أنَّه "من المهم أن نُطهِّر من حين إلى آخَر السطوح والأغراض التي يلمسها العديد من الأشخاص".

ولهذه الضبابية المحيطة بخطر أدوات العدوى تداعيات جسيمة، رغم كون هذا الخطر أقل كثيرًا، إذا ما قورن بالمخاطر التي يشكلها انتقال الفيروس عبر الهواء، فما زال اهتمام الأفراد والمنظمات ينصبّ على الجهود المكلِّفة لتطهير السطوح المختلفة، في حين أنه مِن الممكن تخصيص المزيد من الموارد للتركيز على أهمية الكمامات، ودراسة التدابير اللازمة لتحسين التهوية. وعلاج هذه المسألة الأخيرة سيكون أكثر تعقيدًا، لكنّه يمكن أن يصنع فارقًا أكبر.

وعلى سبيل المثال، تُقدِّر هيئة النقل الحضري لمدينة نيويورك وحدها أنه بدءًا من العام الحالي، حتى عام 2023، سوف تبلغ التكاليف السنوية المرتبطة باستخدام المطهرات لمواجهة مرض "كوفيد-19" ما يقارب 380 مليون دولار أمريكي. وتجدر الإشارة إلى أنه في أواخر العام الماضي، طلبت الهيئة مشورة الحكومة الفيدرالية الأمريكية بشأن ما إذا كان ينبغي لها أن تركز فقط على التعامُل مع جسيمات الهباء الجوي، أم لا. وكان الرد بأنْ تُركِّز على تطهير أدوات العدوى أيضًا. وحتى الآن، خصصت الهيئة قدرًا أكبر من مواردها لجهود تطهير السطوح المختلفة، مقارنةً بما كرَّسته للتعامل مع جسيمات الهباء الجوي.



ينبغي أن تركز الجهود المبذولة لمنع انتشار العدوى على تحسين التهوية، أو تركيب أجهزةٍ لتنقية الهواء، تكون قد اختُبِرَت فعاليتها بصرامة".

أمَّا الآن، وقد اتُّفِقَ على أنَّ الفيروس ينتقل عبر الهواء من خلال القطيرات، سواء الكبيرة، أم الصغيرة، فينبغي أن تركز الجهود المبذولة لمنع انتشار العدوى على تحسين التهوية، أو تركيب أجهزةٍ لتنقية الهواء، تكون قد اختُبِرَت فعاليتها بصرامة. كما أنه لا بد من تذكير الناس بارتداء الكمامات، والإبقاء على مسافةٍ آمِنة بين بعضهم بعضًا. وفي الوقت نفسه، تحتاج الوكالات، مثل منظمة الصحة العالمية، والمراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها، إلى تحديث إرشاداتها بناءً على المعلومات الحالية. فالأبحاث المتعلقة بفيروس كورونا ومرض "كوفيد-19" تمضي بخطى سريعة، ولذا، ينبغي لوكالات الصحة العامة أن تقدم معلوماتٍ واضحة ومُحَدَّثَة، توفر للناس ما يحتاجونه للحفاظ على سلامتهم وسلامة الآخرين.

نظرة عامة على دراسات الجينوم البشري على مدار 20 عامًا

على الباحثين والصحفيين وجهات التمويل أن يجددوا التزامهم بتحرِّي سياسات منصفة، وبالمشاركة المفتوحة للبيانات، حتى تتحقق أهداف "مشروع الجينوم البشري".

فتحَتْ المسودات البحثية الأولى عن الجينوم البشري، التي نشرتها دوريتا *Nature*، وساينس *Science* قبل عشرين عامًا، الباب على مصراعيه أمام ما تنبأ البعض بأنه سيكون "قرن ثورات حقل البيولوجيا". ففي غضون السنوات العشرين الأولى من القرن الحالي، تطورت حصيلتنا المعرفية عن الجينوم البشري من مجرد بيانات مليئة بالثغرات والأخطاء لتسلسلين جينوميين، إلى وصف شامل للتنوع الجيني بين مئات الآلاف من الأفراد من أنحاء العالم كافة. كما بدأ عدد الأدوات المتاحة لدراسة هذا التنوع يتزايد. ويعرض هذا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

nature

العدد الخاص من دورية *Nature* الآفاق التي وصلنا إليها بفضل تسلسل الجينوم البشري، والأشواط التي ما زال علينا أن نقطعها للوصول إلى آفاق أبعد، بيد أن بعضًا من جوانب منظومة أبحاث الجينوم البشري لم يتغير إلا بالكاد، الأمر الذي يبقى مدعاة للقلق.

وإلى اليوم، لم يُحسَم الكثير من المشكلات التي ينطوي عليها مبحث الجينوم البشري، سواء من القضايا الأخلاقية، أم القانونية، أم الاجتماعية، بما في ذلك موضوعات معينة، مثل خصوصية المشاركين في الدراسات الجينومية، والحصول على موافقات طوعية ومستنيرة منهم، للإسهام في مثل هذه الدراسات، والتمثيل المنصف لمختلف الأطياف في جموع الباحثين والمشاركين في هذه الأبحاث. كما تتفاوت إلى اليوم إتاحة الوصول الحر والمفتوح للبيانات الجينومية. على سبيل المثال، أشار باحثون في الأسبوع الثاني من فبراير الماضي إلى المشكلات التي ترتبت على القيود المفروضة على الوصول إلى بيانات جينومات فيروس كورونا الجديد، حتى ونحن في غمرة جائحة. لذا، على الباحثين والصحفيين وجهات التمويل التصدي لتلك القضايا، إذا كانوا عازمين على تحقيق أهداف "مشروع الجينوم البشري" Human Genome Project الواعدة، من أجل الوصول إلى فهم أفضل للأمراض، وتطوير أدوات تشخيصها ووسائل علاجها.

أُتيحت المسودة البحثية سالفة الذكر التي نشرتها دورية *Nature* عن الجينوم البشري للوصول الحر إليها فورًا، بل في الواقع كانت أولى النتائج التي أسفرت عنها جهود تجميع الجينوم البشري قد نُشِرت رقميًّا قبل ذلك بسبعة أشهر. وجاء ذلك سيرًا على "مبادئ برميودا" Bermuda Principles، وهو اتفاق بشأن مشاركة البيانات، وَقَّعَه أعضاء الاتحاد الدولي الذي جعل تنفيذ "مشروع الجينوم البشري" ممكنًا.

وقبل ذلك، في عام 1996، أعلنت دورية *Nature* التزامها بمبادئ إتاحة الوصول المفتوح إلى البيانات المتعلقة بأبحاث الجينوم. وعبر نشر أول ورقة بحثية لمشروع الجينوم البشري، أبدت تعاوُنها مع مبادرة ذات تمويل حكومي، تلتزم بمبادئ المشاركة المفتوحة للبيانات، بيد أن دورية *Nature* أقرت بالتحديات التي ستواجه الجهود الساعية إلى ضمان استمرار انتقال البيانات بحُرّية، وبلا قيود، وبأنه قد يتعين على المجتمع البحثي تقديم بعض التنازلات في سبيل إنفاذ تلك المبادئ، عندما تكون الشركات الخاصة هي مصدر البيانات، على سبيل المثال. وبالفعل، في عام 2001، استطاع زملاؤنا في دورية "ساينس" *Science*، بعد عدد من المفاوضات، نشْر المسودة البحثية عن الجينوم البشري، التي أنتجتها "شركة سيليرا" Celera Corporation، الكائنة في مدينة روكفيل بولاية ميريلاند الأمريكية. وبالرغم من أن هذه الورقة البحثية أُتيح الوصول الحر إليها فورًا، فقد كان هناك بعض القيود على مطالعة بياناتها كاملة.

وبعد مرور 20 عامًا، بدأنا نعهد المساومات والعراقيل التي تعطل عجلة البحث العلمي في ثلاثة من مجالات أبحاث الجينوم، هي: جمع البيانات من المشاركين في الأبحاث، وإيداع هذه البيانات في قواعد بيانات متاحة لعموم الأفراد، وإتاحة البيانات للباحثين والعاملين في مجالات الرعاية الصحية. وحتى الآن، لم يتحقق الأمل في خلق بيئة بحثية يُتاح فيها تمامًا الوصول المفتوح إلى البيانات.

وإذا كان لدراسات الجينوم أن تُطلِق ثورة حقيقية في الطب، فيجب أن يُدمَج بينها وبين بيانات الأنماط الظاهرية، أي تلك البيانات المتعلقة بالخصائص الفسيولوجية، والتاريخ الطبي، وسمات أخرى مميَّزة يمكن أن ترتبط بتبايُن الجينوم البشري، بيد أن العملية التي تُجمع بها هذه البيانات تعزز احتمالية خرق خصوصية المشاركين في الدراسات، الذين بدأوا الآن –عن وجه حق– يتملكون المزيد من مقاليد السيطرة على مجريات هذه العملية، على سبيل المثال، باختيار الكيفية التي تُستخدَم بها بياناتهم. كما يجب تقييم ممارسات العلماء في الدراسات لضمان الحصول على الموافقات اللازمة من المشاركين وحماية مصالحهم.

وتتمثل الخطوة التالية في إيداع بيانات التسلسلات الجينومية التي جُمِعت وغيرها من البيانات المصاحِبة في قواعد بيانات دولية معتمدة، قادرة على



إن سرعة مشاركة البيانات قد تعود بمنافع كبرى على العِلْم، الذي من خلاله تعود هذه المشاركة بالنفع على المجتمع ككل".

الاستمرار في حماية هذه المصالح، بيد أن الباحثين يفيدون عادةً بعجزهم عن إيداع هذه البيانات سريعًا، مشيرين إلى مشكلات تتعلق بخصوصية المشاركين في الدراسات، وبالحصول على موافقاتهم، أو وجود اتفاقات مسبقة مع الشركات التي قدمت بعضًا من البيانات. كما أن بعض أوجه القصور الفنية تجعل عملية إيداع البيانات تستغرق الكثير جدًّا من الوقت، إذ ينتج العلماء كمًّا متزايدًا من البيانات التي يتفاقم تعقيدها، والتي تفوق القدرة الاستيعابية لمستودعات تخزينها محدودة الموارد.

وأخيرًا، يواجه الباحثون صعوبة في العثور على البيانات، التي ينبغي إتاحتها مع الأبحاث المنشورة فورًا. وحتى بعد العثور عليها، فقد يواجهون صعوبات في الوصول إليها.

قصور في التنوع

خلال السنوات التي تلت نشر "مشروع الجينوم البشري" لأولى مسوداته عن التسلسل الجينومي البشري، تَبيَّن للباحثين أن بيانات الحمض النووي الخاصة بالأشخاص من ذوي الأصول الأوروبية، الذين يعيشون في دول ذات دخول مرتفعة، ممثَّلة بصورة مفرطة في قواعد بيانات الجينوم.

ومن الضروري لما يُعد شاملًا بحق من قواعد البيانات ومستودعات تخزين البيانات الرقمية أن يعكس كما ينبغي التنوع الجيني الشاسع للبشرية. والإخفاق في تحقيق ذلك على مدار عقدين من الزمان يُذَكِّرنا بما للعلم من تاريخ، هُمِّشت فيه قطاعات من البشرية، وتعرضت لإساءة المعاملة، لا سيما من الأفريقيين والسكان الأصليين. ومن هنا، يتخوف كثيرون من أفراد هذه المجتمعات –لأسباب يمكن تفهُّمها– من المشارَكة في أبحاث يجدون فيها أملًا ضعيفًا في تقديم النفع لهم، بل ويرون فيها ضررًا محتملًا لهم، فعلى سبيل المثال، عندما يُعزَى بعض الأمراض إلى فئة بعينها من البشر، فقد يؤدي ذلك إلى تعَرُّض أفراد تلك المجموعة السكانية للوصم والتمييز.

وقد دعت لجنة من الباحثين، شَكَّلتها الأكاديمية الأفريقية للعلوم، بعض جهات التمويل الدولية لإيلاء اهتمام أكبر لاحتياجات مَن يسهمون ببياناتهم في دراسات الجينوم ولرغباتهم. ويتضمن ذلك إبرام اتفاقات معهم لطلب موافقة طوعية مستنيرة منهم على المشاركة في الأبحاث، بحيث توائم هذه الاتفاقات بدرجة أكبر أغراض البحث العلمي المحددة، بدلًا من طلب موافقتهم العامة، كما يحدث في أغلب الأحيان. وفي النهاية، فإن الطريقة المثلى لمباشرة الأبحاث هي أن تقوم على البحث فِرَق مكونة من أشخاص من عدة مجتمعات، يضطلعون بأدوار متساوية في العملية البحثية، ويتساوون في إسهامهم في مخرجات البحث.

ومع حلول ذكرى الإنجاز البارز المتمثل في نشر أولى المسودات البحثية عن تسلسل الجينوم البشري، يجب على مجتمع أبحاث الجينوم حول العالم –وهو يشمل جهات التمويل، والصحفيين، والباحثين، والمشاركين في هذه الأبحاث- تجديد التزامه بالمشاركة المفتوحة للبيانات. وفي الوقت ذاته، يجب على الباحثين بناء علاقات تعاوُن أقوى مع المشاركين في الأبحاث، من خلال تخصيص وقت أكبر للتواصل معهم، وبناء علاقة قائمة على الثقة معهم، والاستماع لهم، والتصدي لمخاوفهم. ويجب أن تُعَد هذه الخطوة جزءًا مهمًّا من أبحاث الجينوم، كما أنها ستكون محورية لمستقبل هذه الأبحاث.

نحتاج أيضًا إلى الالتزام بتحسين جودة مستودعات تخزين البيانات الرقمية، بحيث يُتاح الوصول إليها بدرجة أكبر، ولا تثقل كاهل مَن يريد الإسهام فيها بالأعباء. كما يجب أن تعكس طريقة إدارة هذه المنصات قدرًا أكبر من التنوع في وجهات النظر، ليس فقط وجهات نظر مجتمع أبحاث الجينوم العالمية، ولكنْ كذلك وجهات نظر الأشخاص الذين تستخدم هذه المنصات بياناتهم.

وكما رأينا بصورة متكررة خلال الجائحة، فإن سرعة مشاركة البيانات قد تعود بمنافع كبرى على العِلْم، الذي من خلاله تعود هذه المشاركة بالنفع على المجتمع ككل. وقد حان الوقت لدعم هذه الأسس، وتطوير ممارسات مشاركة البيانات، على أن تقوم دائمًا على أسس من الإنصاف والاحترام.

رؤية كونية



كتب بواسطة
بن دي هاس

ما تعلمتُه من سَحْب ورقتِي البحثية

يجب أن تُكافئ الحوافز المهنية الفضول عندما يشترك فيه الباحثون، بدلًا من مكافأة ادِّعاء الكمال

تلقيتُ في غمرة الجائحة رسالة بريدية إلكترونية تتساءل عما إذا كان بإمكاني الوصول إلى بيانات التجارب الخاصة بورقة بحثية نُشِرت لي في عام 2014. وبعدها بثلاثة أشهر، طَلَبتُ سَحْب هذه الورقة البحثية. ولم أجد صعوبة في تقبل هذا الإجراء، بل على العكس من ذلك، أحيت هذه التجربة دوافعي الأساسية من إجراء الأبحاث.

دارت التساؤلات التي حَوَتها الرسالة البريدية الإلكترونية حول عمل بحثي شعرتُ بالفخر به. ففي تجربة لتصوير الدماغ، ضمت عشرات المشاركين، كنت قد توجهت أنا وبعض من زملائي بطلب إليهم بالإجابة عن بعض الأسئلة، في مهمة بصرية كلّفناهم بها، اتسمت إما بالسهولة، أو الصعوبة، إذ أردنا استقصاء تأثير الإلهاء على معالجة مؤثرات بصرية ليست ذات أهمية. وأشارت نتائجنا إلى أن الإلهاء يشوِّش تمثيل الصور في القشرة البصرية للدماغ، ليحفز بذلك نوعًا من الرؤية النفقية العصبية. وقد وجدناها نتائج مثيرة للاهتمام آنذاك، لكن تَبَيَّن أن من المحتمل أن تكون نتاجًا لإحصاءات خادعة، ترتبت على انحياز خفي في البيانات.

وكان مما ساعدني في هذه التجربة، معرفتي بالباحثة سوزان ستول، التي دَقّت ناقوس الخطر بلفت الانتباه إلى ذلك الاحتمال، وهي طالبة دكتوراة تحت إشراف عالِم الأعصاب سام شفارتزكوبف من كلية لندن الجامعية. ففي مؤتمر عُقِد في بروكسل، في عام 2019، ناقشنا النتائج المحيرة التي توصّلت إليها ستول في مشروع بحثي، بُنِيَ على بحث لي، كنتُ قد قُمت به في أثناء دراساتي للحصول على درجة الدكتوراة، بالتعاون مع سام وآخرين.

ولم تعاملني سوزان وزملاؤها كمشتبه فيه مطلقًا، بل كزميل شاركهم الموقف نفسه، إذ أردنا جميعًا أن نعرف بالضبط السبب وراء نتائجها غير المتوقعة. وقد أخبرني فريقها كيف يمكن لمشكلة ما في تحليل البيانات أن تؤثر على نتائج دراساتي (وربما على نتائج العديد من الدراسات الأخرى). وقد ارتبطت المشكلة بالانحدار نحو المتوسط، فعندما تُقاس بصورة متكررة البيانات التي حُرِّفت بفعل عوامل تشويش (بيانات إضافية غير ذات أهمية)، ستبدو القيم أقل انحيازًا لاتجاه ما عما كانت ستبدو عليه في الوهلة الأولى. ومن ثم، اعتمل الشك في نفسي. وفي النهاية، جاءت النتائج في ورقتي البحثية مغايرة لما توصل إليه فريق ستول، إذ ابتعدت قيم المُعَامِلات في بحثي عن المتوسط.

أعددنا العدة لاجتماع مرئي، ثم قررنا أن تُراجِع سوزان عمليات المحاكاة التي تجريها، بينما أتفحص بياناتي القديمة إذا تمكنت من العثور عليها. وقد شكل ذلك تحديًا، إذ تعرضت جامعتي الحالية لهجوم إلكتروني قبلها مباشرة بعدة أشهر، وحُظِر وصولي إلى محرك حفظ البيانات الاحتياطي في بادئ الأمر. وقد كان سهلًا لي أن أخبر الآخرين بأن البيانات قد فُقِدت (كما يحدث كثيرًا).

عَزَمَ كل من سوزان وسام على سبر اللغز، وقد انتقل ذلك الفضول إليَّ، إذ قضيت أسبوعًا في جمع الملفات الضرورية، وترميز مسار بيانات للتحقق من صحة النتائج الأصلية. وما أثار مخاوفي هو أنني في أثناء محاولة تكرار النتائج، اصطدمت بدوري بالإشكالية ذاتها التي وجدتها سوزان. وكان مكمن الإشكالية بالدرجة الأولى هو أنني استخدمت البيانات نفسها للاختيار منها، والمقارنة بينها، لكنها أنتجت حلقة مفرغة أخرى من المعطيات والنتائج، أخذت تَبْرُزُ مرارًا وتكرارًا. ولم أدرك أنا وزملائي أن هذه النتائج قد تخلق إشكالية في سياقنا، كما لم يفطن إلى ذلك أي شخص آخر في المجال قبل اكتشاف سوزان. وقد جاءت الانحرافات الناتجة مغايرة تمامًا للنماذج التي وفرتْها الدراسة، وهو ما لم يتضح إلا من خلال اختبارات المحاكاة، وتأكيد البيانات.

> "ما أثار مخاوفي هو أنني في أثناء محاولة تكرار النتائج، اصطدمت بالإشكالية ذاتها"

وفجأة، بدا أن كل شيء يأخذ منعطفًا أكثر جدية بكثير، إذ أَعْدَدْتُ على الفور ملخصًا يوجز نتائجي الجديدة، وقمت بإرساله إلى المؤلفين المشاركين الأصليين، وأرفقته بمسودة أولية مكملة كإخطار بسحب الورقة البحثية. ولن أنسى مطلقًا الرد الذي تلقيته آنذاك من مشرفي في مرحلة الدكتوراة، جيرانت ريس من كلية لندن الجامعية (UCL)، الذي استهل رسالته البريدية الإلكترونية إليَّ قائلًا: "من الرائع أننا واصلنا محاولة تحرّي منهجيتنا، ونتائجنا!" كما شجعني على التعمق أكثر في البحث في المسألة وإجراء تحليل محايد. وهو ما أسفر عن اتجاهات إحصائية تتفق مع نتائجنا الأصلية، إلا أنها كانت أقل رسوخًا بكثير مما كنا نعتقد.

من هنا، قررنا سحب الورقة البحثية. وتُفسِّر مذكرة الوقائع التي أدّت إلى سَحْبها. كما أنها تشير إلى دراسة متخصصة قادتها سوزان، حتى يتسنى للآخرين التعلم من أخطائنا (انظر S. Stoll *et al*. Preprint at bioRxiv https://doi.org/fqs8; 2020). وعلى مر السنوات، كشف مجال التصوير العصبي عن عدد من المواضع التي يُحتمَل أنْ تكون قد شابَتْها أخطاء، ومن ثم عَدّل ممارساته وفقًا لها. وآملُ أن نسهم في هذا التطور، وأن نعزز إدخال تحسينات على المجال، مثل فحوص التحقق من صحة النتائج باستخدام بيانات محاكية، إلا أن الدروس المستفادة هنا ليست فنية فحسب.

وأعتقد أن معظم العلماء يَوَدُّون أن ينظروا أكثر بعين النقد إلى بياناتهم واستنتاجاتهم، مدفوعون برغبة طبيعية في التعلم، إلا أننا نواجه جميعنا حوافز وظيفية تُعَاقِب الإبلاغ عن الخطأ، وعن النتائج المغايرة لنتائجنا الأصلية. ولم أواجه أنا وزملائي المؤلفون حتى الآن تداعيات لسَحْب ورقتنا البحثية، لكننا كنا على استعداد لمواجهة أي مخاطر. وكباحث رئيس مبتدئ، ذي منصب جامعي غير دائم، أوازن بين دوري في التعليم المنزلي الجامعي الذي فرضته الجائحة، والعمل عن بُعْد، فإنني على دراية تامة بالخسائر الباهظة التي تُكَبِّدها إعادة تحليل ورقة بحثية وسَحْبها، من حيث الوقت المُستنفَد، وعلى صعيد وزن السيرة الذاتية. وقد طُلب مِنّي في أثناء دراساتي ألا أحاول التحقق من رسوخ نتائج الدراسات قبل نشرها. وهذه ليست المهنة التي أنشدها، لكنْ لحسن الحظ، فقد علّمني المشرف على رسالة الدكتوراة الخاصة بي نقيضَ ذلك.

ونحن بحاجة إلى حوافز تُشجِّع الانفتاح والفضول اللذَين دفعانا إلى أنْ نصبح باحثين في المقام الأول، بيد أن تصوير بعضنا البعض كمذنبين، ومحاولة الإفراط في الترويج لبيانات بعينها أو إخفائها، أو شن هجوم على مَن يُثْبِت خطأهم لن يحقِّق إلا العكس.

إنّ النظر إلى بعضنا البعض كأقران يجمعهم هدف مشترك، هو فهم العالم، يُعَد مكسبًا لجميع الأطراف. فعندما بدأت في نشر بياناتي وترميزها في عام 2017، فعلت ذلك لأنني كنت أعي إلى أيّ مدى استفادت دراساتي من قيام الآخرين بالشيء نفسه. وتلك الرغبة في المعرفة هي ما دفعت سوزان إلى الاستمرار في تقصي النتائج المحيرة التي توصلت إليها، وهي التي دفعتني إلى إعادة تحليل بياناتي، وشجعت زملاءنا على دعمنا طوال تلك الفترة.

وختامًا، يُتوقع أن ينطوي التقدم العلمي دومًا على اكتشاف أخطاء وتصحيحها. وقد شَرَع بعضُ لجان التعيينات الدائمة ووكالات المِنَح في سؤال المرشحين عما إذا كانوا يطبِّقون سياسة الوصول المفتوح، أم لا. وأقترِحُ أن يضيفوا إلى أسئلتهم سؤالًا، هو: "ماذا تعلّمت من أخطائك؟"

بن دي هاس عالِم نفس تجريبي من جامعة يوستوس ليبيش في مدينة جيسِن في ألمانيا.
البريد الإلكتروني:
benjamin.de-haas@psychol.uni-giessen.de

MAREN URNER

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رؤية كونية

كتب بواسطة
جافين يامي



لماذا ينبغي على الدول الغنية أن تتبرع بعُشر لقاحاتها؟

تشير نظريات الألعاب إلى أن التبرع بجرعات من لقاحات مكافحة الجائحة يمكن أن يساعد الدول من جميع مستويات الدخل.

في أثناء كتابتي لهذه السطور، تم إعطاء 191 مليون جرعة من اللقاحات المضادة لـ"كوفيد-19"، أكثر من ثلاثة أرباعها أُعطي في 10 دول فقط. وتسهم هذه الدول بنسبةٍ قوامها 60% من الإجمالي العالمي للناتج المحلي، بينما في حوالي 130 دولة، بها 2.5 مليار شخص، لم تُعْطَ جرعة واحدة من هذه اللقاحات. وتمثل البلدان ذات الدخل المرتفع 16% فقط من سكان العالم، لكنها اشترت أكثر من نصف جرعات اللقاحات المضادة لمرض "كوفيد-19".

إنّ مبلغ الأربعة مليارات دولار الذي تعهّد البيت الأبيض برصده هذا الشهر من أجل التوزيع العادل للقاحات يقدم الكثير من العون في تغطية تكلفة اللقاحات الخاصة بالدول الفقيرة. وتغيير الإطار الذي ينظِّم إبرام صفقات اللقاحات وشرح حيثياته لعموم الأفراد في الدول الغنية من شأنه أن يكسِب هذا التعهد مزيدًا من القوة.

إنني أقيمُ في الولايات المتحدة الأمريكية. ورغم أنني من الفئة الأقل عرضة لمخاطر الإصابة بالفيروس، سأتلقّي تطعيم ضد "كوفيد-19" قبل العديد من العاملين في القطاع الصحي، وقبل الأشخاص الأكثر عرضة لمخاطر الفيروس في الدول الفقيرة. وهذا ينافي الإنصاف، ومن شأنه أن يؤدي إلى إطالة أمد الجائحة. فعندما يخرج انتشار فيروس كورونا "سارس-كوف-2" عن السيطرة، سيُفسَح له مجال أوسع للتطوُّر إلى سلالات خطرة. ومن ثم، يمكن أن يتحول تفشي مرض "كوفيد-19" في أي مكانٍ إلى تفش له في كل مكان.

وللحيلولة دون حدوث ذلك، يجب على الدول الغنية أن تتبرع بعُشْر مخزونها من اللقاحات إلى البقاع الأكثر فقرًا، وأن تتفاوض على صفقات شراء مباشِرة مع مُصَنّعي اللقاحات، لزيادة الإمداد العالمي من هذه اللقاحات.

وقد سعى العديد من العاملين في مجال الصحة العامة جاهدين إلى تجنب التفاوت الذي نشهده الآن في توزيع اللقاحات، إذ نَعِي أن الدول الغنية قد اكتنزت اللقاحات خلال الأوبئة السابقة، كما حدث في جائحة إنفلونزا الخنازير في عام 2009، على سبيل المثال. لذا، حاول العشرات منا ممن يعملون في مجال الصحة العالمية -خلال مكالمات أسبوعية طويلة، على مدار عدة أشهر، عبر تطبيق "زووم"Zoom - الحد من ممارسات الاكتناز هذه، والعمل على وضع آلية عالمية لتَشارُك لقاحات "كوفيد-19". وقد تمخضت تلك الجهود عن "مبادرة إتاحة لقاحات "كوفيد-19" على الصعيد العالمي" (COVAX)، التي يتشارك في قيادتها كل من التحالف العالمي للقاحات والتحصين (Gavi)، وتحالف ابتكارات التأهب الوبائي، ومنظمة الصحة العالمية. وهذه المبادرة تمثل أول "اتحاد شرائي" من نوعه، يمكن فيه للدول الغنية التعاوُن على شراء اللقاحات وتمويل تطويرها وتصنيعها، والحرص على أن يتم إرسال بعض من إمداداتها إلى البلدان الأكثر فقرًا.

ورغم انضمام حوالي 190 دولة إلى مبادرة "كوڤاكس"، ففي نهاية المطاف، اشترى ما يقرب من 36 دولة غنية معظم جرعاته عبر صفقات مباشرة مع شركات إنتاج اللقاحات، بدلاً من شرائها عبر اتحاد مبادرة "كوڤاكس". ولا تزال المبادرة تتوقع تأمين حوالي ملياري جرعة من اللقاحات بحلول نهاية عام 2021. لكن الدول الغنية اشترت بالفعل 5.8 مليار جرعة، تعاقدُوا عليها في أغلب الأحيان قبل اكتمال التجارب الإكلينيكية، من خلال صفقات ثنائية.

فما العمل الآن؟ يجب على الدول الغنية أن تسهم ببعض من جرعات لقاحاتها. فربما مقابل كل تسع جرعات تقدمها لمواطنيها، يمكنها التبرع بجرعة واحدة لمبادرة "كوڤاكس". وهذا بعيد كل البعد عن "الإنصاف"، لكنه في حدود ما هو ممكن، ومن شأنه أن يحقق فوائد أخرى إلى جانب تقليل فرص حدوث فاشيات لسلالات دخيلة على البلدان، قد تكون فعالية اللقاحات التي يجري اكتنازها أقل ضدها.

ووفقًا لتحليل لنتائج النزعات القومية في توزيع اللقاحات، انظر: (go.nature.com/37wr)، حيث يتلقى الأفراد في الدول الغنية التطعيمات فورًا في حين يُترك أفراد الدول الفقيرة لسنوات بدون تلقّي هذه التطعيمات، قد يخسر الاقتصاد العالمي 9 تريليونات دولار أمريكي. وسوف تتكبد الدول الغنية، التي قد تُكبح صادراتها، نصف هذه الخسائر. وسوف تستمر عرقلة سلاسل التوريد العالمية. بيد أن بعض الدول بدأت تتخذ زمام المبادرة في هذا الاتجاه. وعلى سبيل المثال، تُعَد النرويج أول دولة غنية تعهدت بالتبرع بجرعات لاتحاد "كوڤاكس"، بالتوازي مع تطعيم مواطنيها (وتعتزم المملكة المتحدة التبرع بالجرعات الفائضة لديها بعد تطعيم جميع مواطنيها).

وقد لجأتُ أنا وزملائي إلى استخدام نظريات الألعاب، لتَوَقُّع ما يمكن حدوثه إذا أعادت الدول الغنية تنظيم إبرام صفقات شرائها للقاحات، لزيادة الإمداد العالمي من هذه اللقاحات (.D. McAdams *et al*. *BMJ Glob*. *Health* **5**, e003627; 2020). وفي الوقت الحالي، تُعَد كل عملية شرائية للقاح لعبة صفرية، يسفر فيها مكسب طرف عن خسارة مكافئة للطرف الآخر. غير أن صفقات شراء اللقاحات يمكنها أن تتضمن بنودًا تُلزِم شركات تصنيع اللقاحات بمشاركة بعض معلوماتها وتقنياتها لدعم عملية إنتاج لقاحاتها عن طريق شركات مصنعة أخرى. وكمثال من أرض الواقع على ذلك، يمكن لمعهد الأمصال في الهند تصنيع لقاح "أكسفورد-أسترازينيكا"، بهدف توفير جرعات للبلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة.

وقد تمول اتفاقية شراء متقدمة أيضًا الاستثمارات المحفوفة بالمخاطر، التي من شأنها تسريع عجلة تصنيع اللقاحات. فإذا فشل أحد اللقاحات الواعدة في التجارب، يمكن استخدام منشأة تصنيعه لإنتاج لقاح مختلف وناجح، مع تخصيص جزء من جرعاته للبلدان الفقيرة. وتخلق هذه الصفقات ما يسميه الاقتصاديون بـ"التداعيات الإيجابية". فمع هذا التعاون، لن تكون عملية توزيع اللقاح العالمية لعبة تسفر عن خسارة طرف بسبب مكسب طرف آخر.

وقد يرفض البعض في الدول الغنية تَشارُك جرعات اللقاحات، بحجة أن الحكومات بحاجة إلى أن تضع مواطنيها في المقام الأول، وأنه لا يوجد أي سياسي قد يجازف بالتخلي عن بعض هذه الجرعات، لكن استطلاعات الرأي العام داخل العديد من تلك الدول تُظْهِر أن المواطنين يريدون من حكوماتهم أن تكون أكثر تعاونًا مع الدول الأخرى. على سبيل المثال، توصل استطلاع للرأي في المملكة المتحدة إلى أن ما يقرب من ثلثي السكان لا يريدون مَنْح الدول الغنية الأولوية في تلقي اللقاحات المضادة لـ"كوفيد-19" على حساب البلدان الفقيرة. وإذا استمرت دول العالم الغنية في اكتناز اللقاحات، فإن الجائحة العالمية سوف تستمر، ربما لفترة تمتد إلى سبع سنوات أخرى.

وتزعم حُجَج أخرى معارِضة لتَشارُك اللقاحات أن بلدانًا فقيرة عديدة -مثل منغوليا، وڤيتنام- قلصت بالفعل فاشيات مرض "كوفيد-19" بها باستخدام تدخلات غير دوائية، إلا أن معاقبة الدول التي استخدمت مثل تلك الإجراءات بحرمانها من اللقاحات، فتلك المعاقَبة إجراءٌ غير منصف، فكيف سيستجيب المواطنون لنصائح الصحة العامة في الجائحة القادمة، إذا اعتقدوا أنها ستحرمهم من الحصول على اللقاح؟

مِن مصلحة الجميع التعاوُن لدعم الوصول إلى التطعيمات. ومخالفة ذلك تستجلب هزيمةً للذات.

> **إذا استمرت دول العالم الغنية في اكتناز اللقاحات، فإن الجائحة العالمية سوف تستمر، ربما لفترة تمتد إلى سبع سنوات أخرى".**

جافين يامي مدير مركز دراسة تأثيرات السياسات على الصحة العالمية في جامعة ديوك في دورهام بولاية نورث كارولينا الأمريكية.
البريد الإلكتروني: gavin.yamey@duke.edu

JENNIFER SPARROW

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضواء علي الأبحاث

NASA/JHUAPL/SWRI/SPL

لقاء سماوي يُنتِج نجومًا من نوع جديد

رصد العلماء انبعاثات أشعة سينية غريبة، صادرة عن نجم يُدعى J005311، يرجِّحون أنها كانت نتاجًا للاندماج الانفجاري الذي حدث لنجمين قزمين أبيضين شديدَي الكثافة. وهو المصير الذي ستؤول إليه الشمس في نهاية عمرها.

ومن المعلوم أن النويَّ الذرية والإلكترونات الخاصة بنجم قزم أبيض تنضغط معًا، ما يتيح للكتلة النجمية الطبيعية أن تحتشد في مدار بحجم كوكب الأرض. بيد أن النجم القزم الأبيض لا يمكن أن تزيد كتلته على 1.4 من كتلة الشمس، ذلك أنه لو تجاوز هذا الحد، لانهار إلى نجم نيوتروني أصغر حجمًا.

وعندما وصف العلماء النجم J005311 في عام 2019، أفادوا بأنه كان مفرط السطوع، ما يدلُّ على أنه أضخم من أن يكون نجمًا قزمًا أبيض معتادًا. وعليه، أقدمَتْ ليديا أوسكينوفا، الباحثة بجامعة بوتسدام الألمانية، بمعاونة عددٍ من الباحثين الآخرين، على دراسة انبعاثات الأشعة السينية الصادرة عن النجم المذكور، وتوصَّلوا إلى أدلة على وجود تركيبة غريبة، يغلب عليها عنصرا النيون والأكسجين.

يشير هذا الاكتشاف إلى أن هذه التركيبة ربما تكون نتاجًا غير مستقر لنجمين قزمين أبيضين، ما يجعلها نوعًا جديدًا تمامًا من النجوم. وتوقع الباحثون أنه سينهار إلى نجم نيوتروني في غضون 10 آلاف سنة من تكوينه.

Astron. Astrophys. (2020)



الغطاء الجليدي الذي يكسو بلوتو باللون الأزرق

يشير أحد التحليلات إلى أن الغلاف الجوي لكوكب بلوتو يعجُّ بجسيمات المركبات العضوية المتجمدة، التي ربما تفسر سرَّ اكتساء ضبابه باللون الأزرق المميز.

ثمة خاصية تجمع بين كوكب بلوتو وقمر كوكب زحل، المعروف بقمر "تيتان"، تتمثل في أن كلا الجُرمين يمتلك غلافًا جويًّا ضبابيًّا، وتركيبات جوية متشابهة. ومن هنا، اعتقد اختصاصيو علم الكواكب أن ضباب بلوتو -شأنه شأن ضباب قمر "تيتان"- يتكون بفعل التفاعلات الكيميائية التي يحفزها الضوء، تَنتُج عنها مركبات عضوية معقدة.

ومن أجل بحث هذه الفرضية، أقدَمَ بانايوتيس لافاس، من جامعة ريمس شامبين آردن الفرنسية، بمعاونة زملائه، على تحليل البيانات المأخوذة من مركبة "نيو هورايزونز" New Horizons الفضائية، وغيرها من المصادر، بحثًا عن تفسير "أكثر برودة" لضباب بلوتو (الموضَّح بالصورة)؛ إذ وجدوا أن المركبات العضوية أكثر قابلية للتكاثف في سماء بلوتو منها في سماء "تيتان"، نظرًا إلى أن الغلاف الجوي الخاص بالكوكب القزم يتَّسم بأنه أكثر برودة. وجسيمات الجليد العضوي الناتجة هي على الأرجح المساهم الأكبر في تكوُّن ضباب بلوتو.

وقد أدخل الفريق جسيمات الجليد العضوي في النماذج الخاصة بالغلاف الجوي لكوكب بلوتو، مما أدى إلى تحسين توقُّعات النماذج لكمية الضوء الذي يتخلل الضباب المحيط به. ويقول الباحثون إن السماء الضبابية لقمر "ترايتون"، أكبر أقمار كوكب نبتون، ربما يعود سببها إلى الجليد العضوي كذلك.

Nature Astron. (2020)

تصميم خريطة ثلاثية الأبعاد لجينوم الخلية الحية

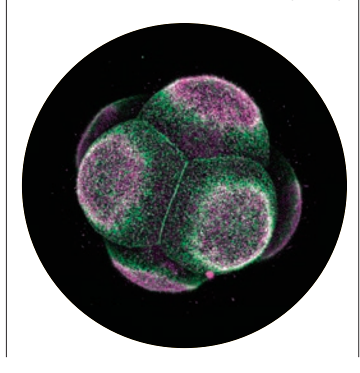
بإمكان العلماء التوصُّل إلى ترتيب الحمض النووي داخل الخلايا السليمة، وتسلسله، اعتمادًا على منهجية فعَّالة، تجمع بين التصوير المجهري والتحليل الجينومي.

وسعيًا إلى تطوير مثل تلك المنهجية، قصد فاي تشن، الباحث بمعهد برود، التابع لكل من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وجامعة هارفارد الواقعة في مدينة كامبريدج بولاية ماساتشوستس، بمعاونة زملائه، إلى تثبيت الخلايا للحفاظ على بِنْيتها. وأضاف الفريق إنزيمًا يعمل على قَطع الجينوم الخاص بالخلايا، وأدرجوا قصاصات الحمض النووي في الشظايا الناتجة، التي بقيت في مواقعها الأصلية داخل الخلايا. وتساعد قصاصات الحمض النووي على إنتاج ملايين النسخ من الشظايا الجينية، وإضافة شفرات خيطية مميزة خاصة بالحمض النووي.

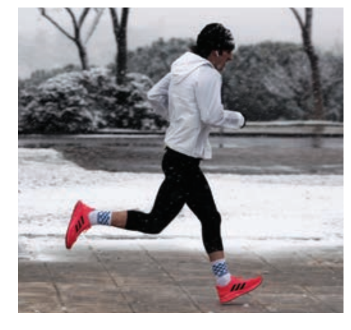
ثم أضاف أعضاء الفريق واسمات فلورية إلى الخلايا، وراقبوها من خلال الميكروسكوب، فلاحظوا أن شرائط الحمض النووي قد اندمجت مع الواسمات؛ ما أتاح للباحثين قراءة الشفرات الخيطية، وتحديد مواضعها على الشرائط الموجودة داخل الخلايا. وفي النهاية، فتح الباحثون الخلايا، ووضعوا الشظايا الجينومية في ماكينة تحديد التسلسل الجيني، بغرض فك شفرة جينوم الخلية بأكمله. ومما ساعد الباحثين على تحديد موضع كل شظية داخل الخلايا، أنهم عثروا على شفرات خيطية جزيئية في تلك الشظايا.

وعبر هذه المنهجية، تمكّن الفريق من وضع تصوُّر لإعادة ترتيب الجينوم داخل جنين فأر (موضَّح بالصورة).

Science (2020)



MENG ZHU, ZERNICKA-GOETZ LABORATORY, CAMBRIDGE UNIVERSITY/SPL



EDUARDO PARRA/EUROPA PRESS/GETTY

نصيحة اللياقة البدنية التي يجب حِفْظُها عن ظهر قلب

من المعلوم أن ممارسة التمارين الرياضية بانتظام ضرورية لتعزيز الصحة. وتشير الدراسات إلى أنه كلما زاد النشاط البدني، زادت الفوائد التي تعود على القلب والأوعية الدموية، يصدُقُ هذا حتى على أكثر الأشخاص حفاظًا على اللياقة البدنية.

فقد أجرى تيرينس دواير، الباحث بجامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، بمعاونة زملائه، دراسة على 90,211 شخصًا وافقوا على ارتداء مستشعر حركة خفيف الوزن، لجمع بيانات عن نشاطهم البدني على مدار 7 أيام. وتابع الباحثون المشاركين على مدار فترة بلغت في المتوسط خمسة أعوام، اكتُشفَتْ خلالها إصابة 3617 شخصًا بأمراض القلب والأوعية الدموية.

ولاحظ الفريق وجود علاقة عكسية مباشِرة بين مقدار النشاط البدني الذي يقوم به الفرد، وتعرُّضه لخطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. ولم يلحظ الباحثون حدًّا أقصى للمنافع التي يجنيها المرء من زيادة إقباله على ممارسة التمارين الرياضية. كما لوحظ أن أداء الأشخاص الأشد التزامًا بالتريُّض كان يفوق أداء جميع المشاركين الذين أدَّوا نشاطًا بدنيًّا أقل (وإنْ كان مقدار النشاط الذي يؤديه بعض هؤلاء المشاركين كبيرًا نسبيًّا).

ويقول المؤلفون إن النتائج تظل صحيحة، حتى بعد مراعاة الاختلافات في العوامل الأخرى، مثل الوضع الاجتماعي والاقتصادي. وأشاروا إلى أن بياناتهم ترصد النشاط البدني على نحوٍ أكثر ثقة، مقارنة بالبيانات المستخدمة في دراسات أخرى، استُند فيها إلى إجابات المشاركين على استبيانات حول عاداتهم المتعلقة بممارسة التمارين الرياضية.

PLoS Med. (2021)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وجبة حارّة: ماذا يجعل طعام أحد البلدان حريفًا أكثر من غيره؟

NARINDER NANU/AFP/GETTY



المأكولات الهندية تحتوي على باقة واسعة من التوابل.

ما السرُّ وراء ارتباط عديدٍ من البلدان الحارة بالأطعمة الحرِّيفة؟ لقد حيَّر هذا السؤال العلماء على مدى عقود، إلا أنَّ تحليل ما يقرب من 34 ألف وصفة طعام، من جميع أنحاء العالم، خليق بأنْ يقدم لنا إجابة واضحة.

ذهبَتْ إحدى النظريات إلى أن بعض الثقافات في البلدان الحارة شرعت في استخدام الفلفل الحار، وعشب الليمون، وغيرهما من التوابل، من أجل الاستفادة من خصائص مكوناتها المضادة للميكروبات، وتقليل مخاطر التسمم الغذائي أو فساد الطعام. ولاختبار هذه النظرية، عمدَتْ ليندل برومهام، الباحثة بالجامعة الوطنية الأسترالية في كانبرا، بمعاونة زملائها، إلى تحليل عدد من الوصفات من 70 بلدًا، تحتوي في جملتها على 93 نوعًا من التوابل.

وقد وضع الباحثون نماذج إحصائية لمعرفة ما إذا كانت بعض المتغيرات (مثل تنوع المحاصيل المحلية) ترتبط بالتوابل المستخدَمة في مطبخ منطقة بعينها، أم لا. وعلى خلاف دراسات سابقة، أخذت دراستهم في الاعتبار أيضًا العلاقات الجغرافية والثقافية بين مطابخ البلدان المختلفة.

وجد الفريق أن هناك عوامل أخرى كثيرة، كان ارتباطها باستخدام التوابل أقوى بكثير، مقارنةً بعامل تعرُّض بلدٍ من البلدان للأمراض التي تنتقل عن طريق الطعام. كما لاحظوا أن استخدام التوابل لا يعكس بالضرورة درجة الحرارة المحلية، وإنما ارتبطت أنماط استخدام التوابل ارتباطًا وطيدًا بالعوامل الاجتماعية والاقتصادية، ومنها متوسط العمر المتوقع، والناتج المحلي الإجمالي.

Nature Hum. Behav. (2021)

إزاحة جنين سمكة على سطح سائل باستخدام الموجات الصوتية

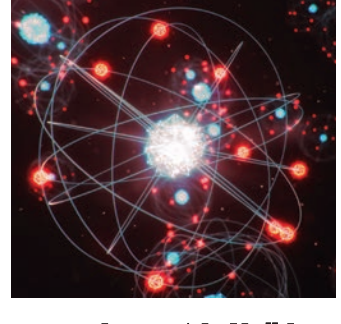
اكتشف العلماء أنَّ الدوّامات الناشئة عن تعريض السوائل للموجات الصوتية يمكن استخدامها لتحريك الأجسام الحيوية.

يزداد اعتماد علماء الأحياء على الموجات فوق الصوتية (أو "المَلاقط الصوتية") في احتجاز الخلايا الجذعية، وغيرها من العينات، ومعالجتها دون إتلافها. أما في السوائل، فيمكن للموجات أن تُحدِث تدفقًا حلزونيًّا، يُعرف بالدوّامات، ويحدّ من دقة المَلاقط.

وقد طوَّر توني جون هوانج، الباحث بجامعة ديوك في مدينة دورهام بولاية نورث كارولاينا الأمريكية، بمعاونة زملائه، جهازًا منخفض الطاقة يستعين بتلك الدوامات لتحريك الأجسام على سطح سائل. فقد ابتكر الفريق مجموعة من الصفائح العمودية، التي تتناوب التعامُد فوق قاعدة صغيرة. ويمكن لبعض الصفائح أن تهتز، مُصدِرةً موجات صوتية، بينما يشكل البعض الآخر حواجز تعترض تدفق السائل. وعمد الباحثون إلى غمر مجموعة الصفائح في حوض ضحل من الزيت. وعند اهتزاز إحدى هذه الصفائح، تنشأ عن هذا الاهتزاز دوّامتان، تقع كل منهما على أحد جانبي الصفيحة. وتدفع الدوامتان الأجسام الطافية على سطح السائل باتجاه النقطة الواقعة بينهما فوق الصفيحة. ومن خلال تفعيل الصفائح في تسلسل مبرمَج، تمكَّن الفريق من التحكم في حركة الأجسام على سطح السائل، وكان من بين هذه الأجسام جنين سمكة الزرد.

Sci. Adv. (2021)

SHUTTERSTOCK



رحلة الإلكترونات من الاستثارة إلى الاستقرار

بدقةٍ غير مسبوقة، رصد الفيزيائيون كيفية اكتساب الإلكترونات الطاقة عند استثارتها بالضوء، وإعادة توزيعها بمرور الوقت؛ وهي ظاهرة لم تتمكن الدراسات السابقة من قياسها على هذه النطاقات الزمنية القصيرة.

فقد أجرى دانيال نيومارك، وستيفن ليون، الباحثان بجامعة كاليفورنيا في بيركلي، وزملاؤهما، عدة تجارب متكررة، استطاعوا من خلالها توجيه شعاع ليزر مرئي صوب عينة من معدن النيكل، يبلغ سمكها 50 نانومترًا، بغرض إثارة إلكترونات المعدن. وعلى فترات متباينة، وجَّه الباحثون صوب العينة نبضات من أشعة الليزر فوق البنفسجية القصوى يقلُّ المدى الزمني لكل منها عن 4 فمتوثانية (أربعة أجزاء من ألف تريليون جزء من الثانية). ثم قاسوا مدى قدرة العينة على امتصاص تلك النبضة، وهو ما أتاح لهم استنتاج كيفية تغير الخصائص المشتركة للإلكترونات في النيكل بمرور الوقت.

خلُص الباحثون إلى أنَّ الإلكترونات المُثارة وصلَتْ إلى حالة من التوازن بإعادة توزيع الطاقة فيما بينها، ضمن عملية استغرقَتْ مدًى زمنيًّا تراوح بين 13 و34 فمتوثانية، حسب الطاقة الإجمالية لنبضة الضوء المرئي الأولى، ثم بردَتْ الجسيمات في غضون 640 فمتوثانية تقريبًا.

Phys. Rev. B (2021)

أضواء على الأبحاث

QING-HE ZHANG

المادة التي تصبح أكثر تماسكًا بعد رَجِّها

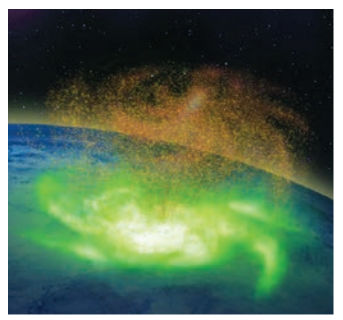
ثمة العديد من المواد التي تتفكَّك عند رَجِّها، أو سَحْقها، غير أن العلماء تمكَّنوا من تصميم مادة هلامية تستجيب للاهتزازات بأنْ تُصبح أكثر تماسكًا، لا تفككًا.

أراد آرون إيسر كان، الباحث بجامعة شيكاجو في ولاية إلينوي الأمريكية، ومعه زملاؤه، تسخير الطاقة المستمَدة من القوى الميكانيكية، لإنشاء روابط كيميائية في بِنْية المادة، فصمَّموا مصفوفة ليِّنة من كربوهيدرات السليولوز البنيوي، ثم عمدوا إلى مَلْئها بمركّب أكسيد الزنك، ونوعين من البوليمرات.

وعند رجِّ هذه البِنْية المركّبة بقوة لعدة ساعات، يُحوِّل أكسيد الزنك الطاقةَ الناتجة عن الاهتزاز إلى تيار من الإلكترونات. ويعمل هذا التيار بدوره على تنشيط تفاعل يقوم بتشكيل روابط بين نوعي البوليمرات، مما يؤدي إلى إنشاء شبكة بوليمرات معقدة داخل سقالة السليولوز. ونتيجة لذلك، يصبح المركّب أكثر تماسكًا وصلابة بما يصل إلى 66 مرة، ويكون أقل عرضة للتشوُّه بسهولة، مقارنةً بالمادة ذاتها إذا لم تتعرض للاهتزاز.

ويقول الباحثون إن هذه المادة قد تكون لها تطبيقات عملية متعددة، ومن بينها استخدامها في صناعة المواد اللاصقة ذاتية التقوية، وكذلك الأجهزة الطبية.

Nature Mater. (2021)



أمطار من الإلكترونات في أول «إعصار فضائي»

كشفت الأرصاد الفلكية عن حدوث "إعصار فضائي" غير مسبوق في الطبقات العليا من الغلاف الجوي لكوكب الأرض، ما يشير إلى أن مثل هذه الأحداث الكونية يمكن أن تقع على أجرام كوكبية أخرى.

كان قد سبق توثيق حدوث الأعاصير في الطبقات السُّفلى من الغلاف الجوي لكلٍّ من المريخ، والمشتري، وزحل. أما "الأعاصير الفضائية" –التي يُقصد بها ظواهر الدوران الشبيهة بالأعاصير، وتحدث في الطبقات العُليا من الغلاف الجوي للكوكب– فلم يكن حدوثها أمرًا محققًا.

وقد استعان تشين-هي تشانج، الباحث بجامعة شاندونج في الصين، وزملاؤه، ببيانات الأقمار الصناعية، للتعرف على إعصار فضائي (في الصورة رسمٌ تخيُّلي له) فوق القطب المغناطيسي الشمالي للأرض. ورصد الفريق ظاهرةً دوَّامية، لا في الهواء، وإنما في طبقة البلازما (التي تتألَّف من غاز مؤيَّن منتشر في جميع أنحاء المجموعة الشمسية، بما في ذلك الطبقات العليا من الغلاف الجوي للأرض). وكما هو حال العواصف التقليدية على سطح الأرض، كان لتلك العاصفة الفضائية مركز هادئ، وأذرع لولبية، ودوران واسع النطاق. وقد صاحَبَ تلك العاصفة كذلك سقوط أمطار، غير أنها لم تكن أمطارًا من المياه، وإنما من الإلكترونات عالية الطاقة.

وقد وجد الباحثون أن بإمكان نموذج ثلاثي الأبعاد إعادة تمثيل السمات الرئيسة للحدث، ومن ثم تفسير تشكُّل الإعصار. وربما تكون الأعاصير الفضائية ظاهرة عامة، تشترك فيها الأجرام الكوكبية التي تحتوي على مجالات مغناطيسية وبلازما.

Nature Commun. (2021)

دهان للوجه من بقايا الكهوف والأبقار عمره 2700 عام

عثر العلماء على جَرَّة من البرونز في مقبرة أحد النبلاء الصينيين، مدفونة منذ حوالي 2700 عام. وبتحليل محتواها تحليلًا كيميائيًّا، تبيَّن أنه دهان للبشرة، مصنوع من دهون حيوانية، وطحين الصخور المتدلية من أسقف الكهوف (متدليات الكهوف)؛ وهو الخليط الذي ربما شكَّل الأساس الذي قامت عليه صناعة مستحضرات التجميل في الصين.

عندما اكتشف الباحثون الجَرَّة البرونزية المزخرفة (الموضَّحة في الصورة) في موقع ليوجياوا الأثري في شمال الصين، كانت لا تزال مُحكمة الغلق. وبفضل هذا الاكتشاف، أصبح في وسع يِمين يانج، الباحث في جامعة الأكاديمية الصينية للعلوم في بكين، وزملائه، تحليل مكونات الكتل الصفراء المحفوظة في الجرَّة.

وجد الباحثون أن هذه الكتل مكوَّنة من دهون الأبقار الممزوجة بالمعادن التي تمتص العرق وزيوت البشرة. وهذه المعادن مستمَدَّة من مادة "حليب القمر" cave moonmilk، وهي مسحوق متدلِّيات الكهوف البيضاء، التي عُثر عليها في كهوف الحجر الجيري. ومن المعلوم أن الكهوف كانت تحظى بمكانةٍ مهمة في الفلسفة الطاويَّة، التي سادت في عصر النبلاء في الصين. وأكبر الظن أن الدهان كانت له قوة رمزية، إضافةً إلى قدرته على ترطيب الوجه، وتفتيح لونه.

ويشير وجود مثل هذه الأواني في عديد من مقابر الملوك والنبلاء إلى ظهور صناعة مستحضرات التجميل في الصين، التي كانت تلبي احتياجات النخبة من العملاء، قبل الميلاد بنحو 700 عام.

Archaeometry (2021)



B. HAN ET AL./ARCHAEOMETRY



DOUGAL WATERS/GETTY

السؤال الصعب: متى ينبغي إنهاء المحادثة؟

حين يتحادث شخصان، عادةً ما يرغب أحد طرفي الحديث في إنهائه قبل الآخر، ولكن يندُر أن يدري أيٌّ من الطرفين بمراد الآخر، وذلك وفقًا لتحليل شمل قرابة ألف محادثة.

غنيٌّ عن البيان أنَّ للمحادثات دورًا كبيرًا في حياتنا اليومية، إلا أنَّ العلماء لا يعرفون سوى القليل عن آلياتها: كيف تبدأ، وكيف تمضي، وكيف تنتهي؟ ومن أجل محاولة الإجابة عن هذه التساؤلات، استعان آدم ماستریاني، الباحث بجامعة هارفارد في مدينة كامبريدج بولاية ماساتشوستس، وزملاؤه، بأكثر من 800 شخص، وطلبوا منهم ملء استبيان على شبكة الإنترنت حول محادثة أجراها كلٌّ منهم مع شخص آخر مؤخرًا. وإضافةً إلى ذلك، جمع الفريق 252 شخصًا، لا يعرف أحدهم الآخر، وقسَّموهم إلى أزواج في دراسات معملية، وطلبوا من كلِّ اثنين أن يتحادثا معًا لمدة تراوحَتْ بين دقيقة واحدة، و45 دقيقة.

وفي كلتا المجموعتين، شعر ثلثا المشاركين تقريبًا باستعدادهم لإنهاء المحادثة قبل انتهائها الفعلي، بينما رغب الثلث الباقي في مواصلة الحديث. وفي الدراسات المعملية، لم يكن لدى أيٍّ من المشاركين أي فكرة عن النقطة التي رغب عندها الطرف الآخر في إنهاء الحديث. وعندما طُلب من هؤلاء المشاركين تقييم حجم الاختلاف بين رغباتهم ورغبات محَدِّثيهم في هذا الشأن، كانت تقديراتهم جميعًا أقلَّ من الحقيقة.

وانتهى الباحثون إلى أنَّ توقيت إنهاء المحادثة يمثِّل مشكلة تنسيقية، راجعة إلى حجْب المتحدِّثين بعض المعلومات عن شركائهم في الحديث.

Proc. Natl Acad. Sci. USA (2021)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

القيثارة الكاذبة: طيور تستخدم حيلًا خادِعة لاجتذاب الأزواج

ALEX MAISEY



ذكور "طائر القيثارة" تستعين بأساليب ترهيبية في محاولة لاجتذاب الإناث.

يلجأ بنو البشر أحيانًا إلى الكذب عندما يُسألون عن أعمارهم، من أجل الظفر بشريك للحياة. وكذلك تلجأ بعض الطيور إلى الخداع. فقد اكتشف الباحثون أن بعض ذكور "طائر القيثارة" تُصدر إنذارات زائفة، تشير إلى وجود كائن مفترس في الجوار، لتعزيز فرصها في التزاوج.

اشتُهر طائر القيثارة الأسترالي الفاتن (*Menura novaehollandiae*) بأدائه البارع في الغناء والرقص، الذي يقوم به الذكور من أجل لَفْت أنظار الإناث. وقد راقبَتْ أنستازيا دالزيل، الباحثة بجامعة كورنيل في مدينة إيثاكا بولاية نيويورك، ومعها زملاؤها، كيف يتودَّد ذكور "القيثارة" إلى الإناث. ووجدوا أنه عندما تشرع الأنثى في مغادرة منطقة نفوذ الذكر، دون تزاوج، يلجأ الذكر إلى تقليد أصوات عديدٍ من الطيور مختلفة الأنواع، بينما يطلِق صيحات إنذار، وأصواتًا تدلُّ على وقوع فريسة في براثن أحد المفترِسات. ولوحظ أن الإناث التي سمعَتْ هذه التحذيرات الزائفة كانت في بعض الأحيان تبقى في الجوار، أو تعود إلى منطقة نفوذ الذكر.

كما رصد الفريق أن الذكور مارسَتْ الخدعة الصوتية ذاتها في أثناء التزاوُج، وربما كان ذلك راجعًا إلى أن تلك الخدعة تدفع الإناث إلى البقاء إلى جوار الذكور لبضع ثوانٍ إضافية، وهو ما يساعد الذكر على إيداع السائل المنوي عند أبعد موضع ممكن من الجهاز التناسلي للأنثى. وفي أثناء التزاوُج، يقوم الذكر أيضًا بتغمية عيني شريكته، عن طريق تغطية رأسها بجناحيه؛ وهو سلوك يقول الباحثون إن الهدف منه قد يكون منع الإناث من اكتشاف الخداع الذي يمارسه الذكور.

Curr. Biol. (2021)

الاستعانة بالبكتيريا في إنتاج مواد صلبة

ابتكر فريق من الباحثين مادة مركّبة جديدة، تدخل البكتيريا في تركيبها، تجمع بين صلابة المعادن، ومتانة البلاستيك، وقد تبيَّن أنها أقوى من العظام.

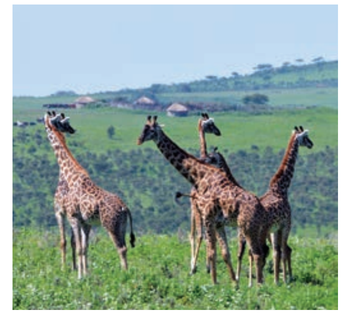
ومن المعلوم أنَّ المركّبات الطبيعية تجمع بين المعادن الصلبة، والبوليمرات اللدنة، بما يحقق قوة وصلابة فائقتين. فعلى سبيل المثال، تساعد طبقة "عرق اللؤلؤ" المركبة (التي يُطلَق عليها أيضًا "أم اللؤلؤ")، المعروفة بمتانتها الشديدة، على مقاومة أصداف البحر للكسر. وتتطلب صلابة هذه المواد وجود نسبة عالية من المعادن الموزَّعة توزيعًا منتظمًا؛ وهي توليفةٌ واجه الباحثون صعوبة في استنساخها في المركّبات الصناعية.

إلا أنَّ تشيمنج وانج، الباحث بجامعة جنوب كاليفورنيا في مدينة لوس أنجلوس الأمريكية، ومعه زملاؤه، استعانوا ببكتيريا *Sporosarcina pasteurii* لحل هذه الإشكالية. بدأ الباحثون بوضع البكتيريا على سطح شبكة بلاستيكية، ثم طعَّموها بمستنبت مغذٍّ يحتوي على أحد مركّبات الكالسيوم، ومادة اليوريا، فأفرزت البكتيريا إنزيمًا أدى إلى تحلل اليوريا، مُنتِجةً أيونات الكربونات، التي عملَتْ بدورها على ترسيب كربونات الكالسيوم حول البكتيريا، فتراكم هذا المعدن على مدى عشرة أيام، حتى ملأ فتحات الشبكة.

وقد أثبت المركّب الناتج فعالية عالية في مقاومة الكسر، إذ يتحمَّل ما يقرب من عشرة أضعاف الطاقة التي تتحمَّلها مادة عرق اللؤلؤ.

Adv. Mat. (2021)

CHRISTIAN KIFFNER



«الاتحاد قوة».. مبدأ تعرفه إناث الزراف أيضًا!

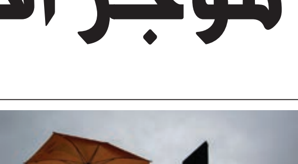
ليس الإنسان الكائن الوحيد الذي يمكن أن يدفع ثمن الوحدة، فقد وجد الباحثون أن احتمالات بقاء الزرافات المنفردة على قيد الحياة أقل، مقارنةً بنظيراتها التي تعيش في جماعات.

فعلى مدار خمس سنوات، تتبَّعت مونيكا بوند، الباحثة بجامعة زيورخ في سويسرا، وزملاؤها، الشبكات الاجتماعية الخاصة بأكثر من 500 من إناث زراف الماساي (من نوع *Giraffa camelopardalis tippelskirchi*، المبيَّن في الصورة) في تنزانيا. وعلى خلاف الذكور، تميل إناث هذا النوع من الزراف إلى تكوين روابط دائمة مع إناثٍ أخريات.

فقد رصد الباحثون أن احتمالات بقاء إناث الزراف على قيد الحياة ترتفع عندما تكون عاشت في صحبة إناث أخريات، مقارنةً بغيرها من الزرافات التي تتَّسم بدرجةٍ أكبر من العزلة الاجتماعية. وربما يرجع ذلك إلى أن الروابط الاجتماعية تزيد قدرة الزراف على العثور على الطعام، وتربية الصغار.

كما لاحظوا أن الأمهات التي تعيش برفقة صغارها تميل إلى القرب من التجمعات البشرية، التي يتركز نشاطها في رعي الماشية. ووُجد أن الروابط الاجتماعية بين تلك الأمهات والإناث الأخريات كانت أضعف، مقارنةً بالتي تعيش بعيدًا عن تلك التجمعات؛ وإنْ لم يؤثِّر ذلك على بقائها. وقد يرجع ذلك إلى أن وجود جيران من البشر قد حماها من المفترسات، التي تفترس الصغار. ويقول المؤلفون إن إناث الزراف قد يكون عليها الاختيار بين اتباع هذه الاستراتيجية، والانخراط في روابط اجتماعية وثيقة.

Proc. R. Soc. B (2021)



موجز الأخبار



MICHAEL DANTAS/AFP/GETTY

سلالة جديدة من كورونا في مدينة منكوبة بالفيروس

قد تكون سلالة متحورة من فيروس كورونا الجديد، رُصِدت في مدينة ماناوس البرازيلية، هي السبب في تكرار الإصابات بمرض "كوفيد-19" في المدينة، واندلاع موجة ثانية من تفشي المرض هناك.

شهدت مدينة ماناوس أحد أعلى معدلات الإصابة بالمرض في العالم، في أثناء الموجة الأولى من الجائحة، إذ أشارت تقديرات إلى إصابة حوالي ثلثي السكان بحلول شهر أكتوبر من عام 2020، لذا ظن باحثون أن المناعة المكتسبة المنتشِرة على مستوى سكان المدينة قد تؤدي إلى تضاؤل أعداد الإصابات الجديدة فيها. بيد أنه في شهر يناير الماضي، رصد الباحثون سلالة جديدة من الفيروس، تسمى "P.1"، بالتزامن مع تزايد أعداد حالات الإصابة بالمرض، المودعة في مستشفيات المدينة، وعزوا تكرار بعض حالات الإصابة بالفيروس هناك إلى السلالة الجديدة.

ولتحديد خصائص السلالة الجديدة، حلل نونو فاريا -من كلية إمبريال كوليدج لندن- وزملاؤه جينومات فيروسية جُمِعت من 184 عينة بشرية في ماناوس في الفترة بين شهري نوفمبر وديسمبر الماضيين (N. R. Faria *et al.*Preprint at https://go.nature. com/3sor3jj; 2021). وتَبيَّن أن السلالة سالفة الذكر تحمل 17 طفرة، من شأنها أن تُحدِث تغييرات في بروتينات الفيروس «سارس-كوف-2».

ومن خلال وضع نموذج يحاكي أنماط تفشي السلالة "P.1"، ويتوقع آثارها المحتملة في أثناء الموجة الثانية في ماناوس، خرج الباحثون بتقديرات تفيد بأن السلالة الجديدة أقدر على الانتشار بمقدار يتراوح ما بين 1.4 و2.2 ضِعف، مقارنة بغيرها من السلالات، وأنها قادرة على الإفلات من بعض الاستجابات المناعية التي اكتسبها المتعافون من إصابات سابقة.

إنشاء أسرع مولِّد للأرقام العشوائية على الإطلاق

صمم باحثون أسرع مولِّد للأرقام العشوائية على الإطلاق باستخدام جهاز ليزر بسيط يستغل تذبذُب شدة الضوء لتوليد أرقام عشوائية بمعدل 250 ترليون بِت في الثانية. وقد يسفر ذلك الابتكار عن إنتاج مولدات أرقام عشوائية صغيرة بما يكفي لتثبيتها على شريحة كمبيوتر.

والعشوائية الحقيقية مطلوبة في تطبيقات معينة، مثل تشفير البيانات والمحاكاة العلمية، لكن الوصول إليها صعب. وتستطيع الخوارزميات في أجهزة الكمبيوتر التقليدية إنتاج تسلسلات رقمية تبدو عشوائية للوهلة الأولى، لكن مع مرور الوقت، تميل هذه الأجهزة إلى عرض أنماط تجعلها عرضة لفك شفرتها.

ولزيادة أمان التشفير، لجأ الباحثون إلى ميكانيكا الكَمّ، حيث تضمن قوانين الفيزياء أن تكون نتائج بعض القياسات عشوائية بالفعل، مثلما يحدث عند قياس ناتج اضمحلال ذرة مشعة. وإحدى الوسائل الشائعة للاستفادة من العشوائية الكمية هي استغلال التقلبات في انبعاث الفوتونات من المواد المُستَخدَمة في أجهزة الليزر. وتُصمم أجهزة الليزر النموذجية بحيث تحُدّ من هذه التقلبات لإنتاج شدة ضوء ثابتة، فهي تجعل الموجات الضوئية ترتد داخل هذه المواد، لتدفع ذراتها إلى إصدار المزيد من الفوتونات بصورة متزامنة.

ولإنتاج أرقام عشوائية، يستهدف الباحثون تحقيق العكس. تقول هوي كاو عالمة الفيزياء التطبيقية من جامعة ييل في مدينة نيو هايفن بولاية كونيتيكت: "نريد أن تتقلب شدة الضوء على نحو عشوائي، بحيث تترجم هذه الشدة إلى صيغ رقمية لإنتاج أرقام عشوائية".

صممت كاو وفريقها المادة المستخدَمة في جهاز الليزر من أشباه الموصلات شبه الشفافة، وتأخذ شكل ربطة عنق فراشية. وترتد الفوتونات عدة مرات بين الجدران المنحنية في الجهاز، ثم تخرج في صورة شعاع مشتت. ويستطيع الباحثون بعد ذلك رصد هذا الضوء بكاميرا فائقة السرعة. وقد سجلوا الناتج الضوئي لـ254 بِكْسِلًا مستقلًّا، أنتجت مجتمعةً وحدات بِت عشوائية بمعدل يقارب 250 تيرابِتًّا في الثانية، وهو معدل أسرع بعدة قيم أُسيَّة من أجهزة مماثلة سابقة (K. Kim *et al*. *Science* **371**, 948–952; 2021).



تزايد الثقة في لقاحات "كوفيد-19"

يبدو أن ردود الأفعال تجاه لقاحات "كوفيد-19" بدأت تشهد تحسنًا في بعض مناطق العالم، وفقًا لاستطلاع لآراء آلاف الأشخاص في 15 دولة (انظر: go.nature.com/3u9homd). وقد رحّب الباحثون بنتائج الاستطلاع التي تشير إلى تزايُد نسبة الأشخاص المستعدين لتلقي اللقاحات المضادة لهذا المرض.

ويمثل هذا الاستطلاع جزءًا من أنشطة لرصد السلوكيات في أثناء جائحة "كوفيد-19"، تجريها جامعة إمبريال كوليدج لندن، وشركة أبحاث السوق البريطانية "يوجوف" YouGov. وقد أُجري استطلاع الرأي في الفترة من شهر نوفمبر من عام 2020، حتى يناير من عام 2021، وشمل 13,500 شخص تقريبًا كل مرة عبر أوروبا، وآسيا، وأستراليا. وفي شهر نوفمبر الماضي، قبل أن تشرع الدول في اعتماد لقاحات "كوفيد-19"، أجاب حوالي 40% فقط من المُستَطلَعين بأنهم سيُقبِلون على تلقّي لقاح مضاد لمرض "كوفيد-19"، إذا عُرِضَ عليهم خلال الأسبوع الذي يُجْرَى فيه استطلاع الرأي. وفي شهر يناير الماضي، ارتفعت هذه النسبة لتعبر عن أكثر من نصف المُستَطلَعين، وانخفضت نسبة الأشخاص الذين أشاروا إلى تخوفهم من الأعراض الجانبية للقاحات (انظر الشكل "الثقة في اللقاحات").

وتقول ديبوراه جونز، وهي طبيبة من مركز إيرفينج الطبي، التابع لجامعة كولومبيا في مدينة نيويورك: "من الرائع أن نجد أن المزيد من الأشخاص أصبحوا أكثر تقبلًا لتلقي لقاح للمرض". وتستدرك قائلة: "لكنْ ما يصدمني هو عدد الأشخاص الذين ما زالوا مترددين في الإقبال على تَلَقّيه. فهذا التردد من شأنه أن يبطئ عودتنا إلى الوضع الطبيعي".

الثقة في اللقاحات

يشير استطلاع رأي عالمي إلى تزايُد نسبة الأشخاص الذين يبدون استعدادًا لتلقي لقاحٍ مضاد لمرض "كوفيد-19".

أوافق بشدة — أرفض بشدة

سأتلقى لقاحًا مضادًا لـ"كوفيد-19"، إذا تَوَفَّر لي خلال هذا الأسبوع

نوفمبر من عام 2020

يناير من عام 2021

100 80 60 40 20 0

النسبة ممن شملهم استطلاع الرأي العالمي

أشعر بالقلق إزاء الأعراض الجانبية للقاحات "كوفيد-19"

نوفمبر من عام 2020

يناير من عام 2021

100 80 60 40 20 0

النسبة مَن شملهم استطلاع الرأي العالمي

SOURCE: COVID BEHAVIOUR TRACKER

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



للاطلاع على آخر الأخبار من
قم بزيارة *Nature*
www.nature.com/news

JALAA MAREY/AFP/GETTY

دوريات استغلالية مُدْرجة في قاعدة بيانات مهمة

اكتشفت دراسة أن قاعدة بيانات الدراسات الأكاديمية شائعة الاستخدام "سكوبس" Scopus تضم أوراقًا بحثية من أكثر من 300 دورية يُحتمل أنها تصنَّف كدوريات استغلالية (V. Machacek and M. Srholec Scientometrics https://doi.org/ft4s; 2021). ويزيد عدد المقالات البحثية التي أسهمت بها هذه الدوريات مجتمعة في قاعدة البيانات على 160 ألف مقال، نشرت خلال ثلاثة أعوام، أي ما يعادل 3% تقريبًا من الدراسات المدرَجة بفهرس قاعدة البيانات خلال تلك الفترة.

تقول آنا سيفيرين، اخصائية علم الاجتماع وأستاذ مراجعة الأقران في جامعة بيرن، التي كتبت عن ظاهرة تسلل الدوريات الاستغلالية إلى قواعد بيانات الاستشهادات المرجعية، ولم تشارك في الدراسة المذكورة: "قد تترتب عواقب وخيمة على إدراج المقالات المنشورة بدوريات استغلالية في فهارس قواعد البيانات العلمية، فقد يبني الباحثون أبحاثهم المستقبلية على نتائج متدنية الجودة، أو حتى مفبرَكة، ويستشهدون بها في منشوراتهم العلمية، ومن ثم يزيدون نشر الأبحاث العلمية غير الجديرة بالثقة".

وتميل الدوريات الاستغلالية إلى نشر أبحاث منخفضة الجودة، وتحيد عن الممارسات التحريرية المثلى. وسبق أن اكتشف باحثون أن مثل هذه الدوريات مدرَجة في فهارس قواعد بيانات علمية مشهورة، مثل موقع أبحاث الطب الحيوي "بَب ميد" PubMed (A. Manca *et al*. *Arch*. *Phys*. *Med*. Rehabil. 98, 1051-1056; 2017)، لكن يصعب حصر حجم المشكلة.

ولإجراء الدراسة الأخيرة، قارن الباحثون بين أسماء الدوريات المدرَجة في فهرس قاعدة بيانات "سكوبس"، وقائمة للدوريات التي يُشتبه في أنها استغلالية. ووجد الباحثون أن 324 من هذه الدوريات المثيرة للشك مدرَجة على قاعدة البيانات، وبلغ إجمالي عدد الأوراق البحثية التي نشرتها هذه الدوريات في قاعدة البيانات حوالي 164 ألف ورقة بحثية في الفترة بين عامي 2015، و2017.



تجربة تشير إلى أن لقاح "فايزر" قد يحدّ من انتشار "كوفيد-19"

يُظهِر لقاح بارز ضد "كوفيد-19" فعالية شديدة في الوقاية من الإصابة بفيروس "سارس-كوف-2"، سواء أكانت الإصابة به تسبب أعراضًا، أم لا. ويُعَد هذا أقوى دليل حتى الآن يثبت أن اللقاحات قد تسيطر على انتشار الفيروس.

وقد تتبعت سوزان هوبكنز، من وكالة الصحة العامة البريطانية، الواقعة في لندن، وزملاؤها فعالية اللقاح الذي أنتجته شركتا "فايزر" Pfizer، و"بيونتِك" BioNTech، وذلك بين 23 ألف عامل في مجال الرعاية الصحية، كانوا بالفعل جزءًا من دراسة طويلة الأمد حول المناعة ضد فيروس "سارس-كوف-2" (V. J. Hall *et al*. Preprint at SSRN https://doi.org/fw7v; 2021). وقد خضع المشاركون في الدراسة لفحوص بصورة منتظمة، تحسبًا لإصابتهم بفيروس "سارس-كوف-2"، بغض النظر عن أعراضهم.

وبعد ثلاثة أسابيع من حصول المشاركين على الجرعة الأولى من اللقاح، أظهر فعالية بنسبة 70% في الوقاية من جميع الإصابات بمرض "كوفيد-19"، سواء تضمنت أعراضًا، أم خَلَت منها. وزادت هذه النسبة إلى 85% بعد وقت قصير من الحصول على الجرعة الثانية من اللقاح. ويقول الباحثون إن هذه النتيجة تُعَد أول دليل على أن لقاح شركة "فايزر" قد يَحُول دون انتقال الفيروس.

وفي الوقت نفسه، تشير دراسة شملت أكثر من مليون شخص في إسرائيل إلى أن اللقاح ذاته شديد الفعالية في الوقاية من الأعراض الشديدة لمرض "كوفيد-19"، إذ قارن ران باليسر، من منظمة كلاليت للخدمات الصحية في تل أبيب، وزملاؤه ما بين حالات 596,618 شخصًا تلقوا اللقاح ضمن حملة تطعيمات وطنية بـ"نظراء" لهم لم يحصلوا على اللقاح، من العمر، والنوع، والعِرق نفسه، ومن المنطقة السكنية نفسها. كما تشابه الأزواج موضع المقارنة في عدد الأمراض المصابين بها، وفي سمات أخرى (N. Dagan *et al*. *N*. *Engl*. *J*. *Med*. https://doi.org/fw7w; 2021) واكتشف الباحثون أن لقاح شركة "فايزر" أبدى فعالية بنسبة 94% في الوقاية من مرض "كوفيد-19" بعد مرور سبعة أيام أو أكثر على تَلَقِّي الجرعة الثانية منه، وأنه كان فعالًا بنسبة 92% في الوقاية من الإصابة بحالات شديدة من هذا المرض. وقد تكررت هذه النِّسب في جميع الفئات العمرية، بما في ذلك في أوساط مَن يبلغون من العمر 70 عامًا فأكثر. واقتربت إلى حد مذهل من تقديرات الفعالية التي أظهرتها التجارب الإكلينيكية، على الرغم من أنها كانت قائمة على جرعات أُعطيَت للأفراد في ظروف لا تخضع لضوابط صارمة، وفي مجموعات سكانية أكثر تنوعًا.

كما شملت الدراسة فترةً كانت فيها السلالة الجديدة "B.1.1.7" شديدة الانتشار في إسرائيل، وهو ما يشير إلى أن اللقاح فعال في الوقاية من مرض "كوفيد-19" الذي تسببه هذه السلالة الجديدة.

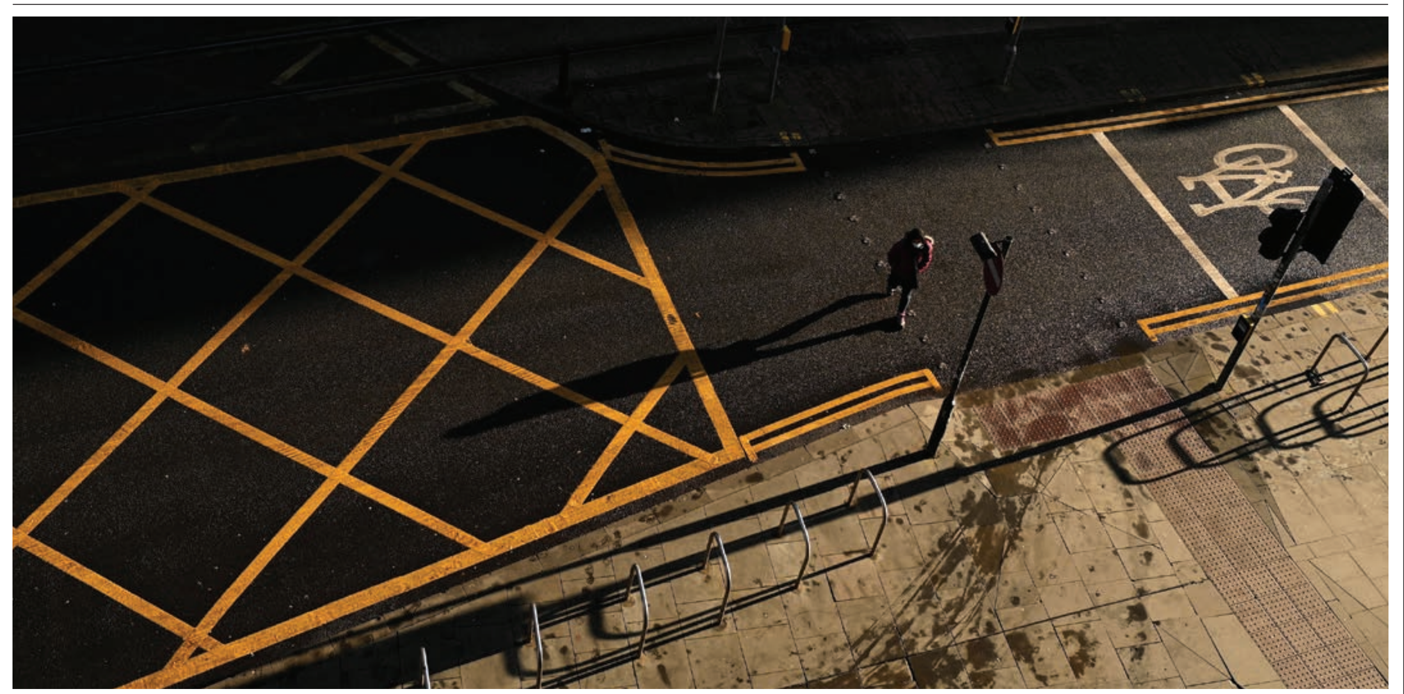
هل يوجد كوكب تاسع بمجموعتنا الشمسية؟

ظل العلماء لعدة أعوام يتجادلون حول وجود كوكب غير مرئي، تبلغ كتلته خمسة أضعاف كتلة الأرض على الأقل، ويقع على الأطراف الخارجية لمجموعتنا الشمسية. والآن، تلقّت هذه الفرضية ضربة قوية بعد صدور نتائج دراسة جديدة لأجرام متجمدة بعيدة.

افتُرِض وجود الكوكب التاسع في عام 2016، عندما لاحظ علماء أن مدارات ستة من الأجرام التي تلي كوكب نبتون (TNOs)، وتشكل معًا جزءًا من حزام كايبر –وهو مجموعة من الأجرام الصغيرة التي تدور حول الشمس خلف كوكب نبتون– بدت متكتلة مع بعضها البعض (K. Batygin and M. E. Brown *Astron.J.* **151**, 22; 2016). وأشار علماء الفلك آنذاك إلى أن هذا التكتل لا بد أن سببه قوة جذب ناشئة عن كوكب ضخم في مكان ما على الأطراف الخارجية من مجموعتنا الشمسية، إلا أن هذه الفرضية لم تقنع جميع الباحثين. كما ألقت عمليات مسح أخرى أُجريت لمجموعتنا الشمسية بظلال من الشك حول ما إذا كانت هذه الأجرام الستة التالية لنبتون متكتلة بالفعل، أم لا.

وفي آخِر الأبحاث التي تتناول هذا الصدد، جمَع فريق بقيادة كيفين نابيير، عالِم الفيزياء من جامعة ميشيجان في آن أربور، بين نتائج ثلاث عمليات مسح، بهدف دراسة مدارات هذه الأجرام التالية لنبتون. ووجد الفريق أنه بأخْذ التحيز الانتقائي في الاعتبار (أي حقيقة أن الفلكيين رصدوا جزءًا صغيرًا فقط من الأطراف الخارجية لمجموعتنا الشمسية)، تشير بيانات عمليات المسح إلى أن الأجسام كانت موزعة بانتظام عبر السماء (K. J. Napier *et al*. Preprint at https://arxiv.org/abs/2102.05601; 2021). ورغم ذلك، لم تنْفِ النتائج احتمالية وجود كوكب تاسع يدور حول الشمس. وستكون هناك حاجة إلى الحصول على المزيد من البيانات لحسم هذا الجدل.

أخبار في دائرة الضوء



OLI SCARFF/AFP/GETTY

فرضت المملكة المتحدة إجراءات الإغلاق للمرّة الثالثة، بعدما أسفرت جهود الرصد الجينومي عن اكتشاف سلالةٍ متحوِّرة سريعة الانتشار من فيروس "سارس-كوف-2".

سلالات كورونا المتحوِّرة تشهد على أهمية جهود الرصد الجينومي

ساعدت الجهود المبذولة لتتبع التسلسلات الجينومية لفيروس "سارس-كوف-2" في اكتشاف سلالاتٍ مثيرة للقلق، لكنَّ الباحثين في بعض المناطق عاجزون عن رصد الطفرات الجديدة التي يكتسبها الفيروس.

ديفيد سيرانوسكي

يبدو أنَّ عام 2021 سيكون عام السلالات المتحوِّرة لفيروس كورونا المسبِّب للإصابة مرض "كوفيد-19". فخلال شهري نوفمبر وديسمبر الماضيَين، اكتشف العلماء عددًا من السلالات الفيروسية سريعة الانتشار، ما دفع الحكومات إلى فرض قيودٍ على الحركة والتنقل في بلدان شتَّى. ولم يتوقف الأمر عند هذا الحد، فاكتشاف السلالات الجديدة للفيروس يمضي بوتيرة متسارعة.

لقد فَرَضَت هذه الجائحة بدء عهدٍ جديد من الرصد الجينومي، يتتبع العلماء فيه التغيرات التي تطرأ على جينومات الفيروسات بسرعةٍ غير مسبوقة، وعلى نطاقٍ لم يُشهَد له من قبلُ مثيل. ومع ذلك، لم تَرْقَ الجهودُ المبذولة على مستوى العالم لرصد جينومات إلى المستوى المقبول، خاصَّةً في الولايات المتحدة، التي تشهد أكبر تفشٍّ لمرض "كوفيد-19" في العالم، وكذلك في كثيرٍ من البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط. ولذا، يحذِّر العلماء من احتمال انتشار سلالات متحوِّرة مثيرة للقلق في تلك المناطق، دون أن يرصدها الباحثون.

وحول هذا الشأن، يقول الباحث أوليفر بايبس، الذي يعكف على دراسة تطور الأمراض المعدية بجامعة أكسفورد في المملكة المتحدة: "لقد ازدهر علم الوبائيات الجينومي، وبرزت أهميته خلال هذه الجائحة". وأوضح أنَّ هذا العلم قد نهض من حالة "الركود النظري" التي كان عليها، ليصبح أداةً تساعد على اتخاذ القرارات المتعلقة بالصحّة العامة بسرعة، غير أن العلماء يرون أنَّه لكي تصل جهود الرصد الجينومي إلى أقصى مستوى ممكن من الفعالية، ينبغي أن تُطبَّق على نطاقٍ واسع، وأن تخضع لمعايير موحدة، وأن تُدمَج في البرامج الوطنية الهادفة إلى مكافحة الجائحة.

شبكات الرصد

تتوقَّف جودة الرصد الجينومي على تحديد تسلسلات عددٍ كافٍ من الجينومات الفيروسية، لتتبُّع الطفرات والسلالات المتحوِّرة المقلقة عند ظهورها، بالإضافة إلى مشاركة بيانات هذه الجينومات. وفي العام الماضي، تمكَّن العلماء من تحديد تسلسلات أكثر من 360 ألف جينوم لفيروس "سارس-كوف-2"، وحُفظت هذه الجينومات في قاعدة GISAID، وهي قاعدة بيانات إلكترونية غير ربحية لمشاركة الجينومات الفيروسية. ورغم اتساع النطاق الجغرافي لتوزيع التسلسلات المُخزَّنة في هذه القاعدة، إذ يغطِّي أكثر من 140 دولة، يُلاحَظ أن غالبية هذه البلدان لم تُحمِّل على قاعدة البيانات سوى عددٍ قليل من التسلسلات، فيما عدا دولتين اثنتين، هما: المملكة المتحدة، التي وفَّرت 45% من جينومات الفيروس المُخزَّنة على قاعدة البيانات، والدنمارك، التي وفَّرت 7% منها.

وتتنوع الشبكات المنفِّذة لعمليات الرصد الجينومي

بين البرامج الوطنية الضخمة، ومبادرات المجتمع المدني محدودة النطاق. ففي يونيو عام 2020، أطلق باحثون ما يُعرف بشبكة الرصد الجينومي في جنوب أفريقيا، لتحديد تسلسلات جينومات فيروس "سارس-كوف-2" المنتشرة في البلاد. ويقول توليو دي أوليفيرا -أحد أعضاء تلك الشبكة، وهو باحث متخصص في مجال نُظُم المعلومات البيولوجية بجامعة كوازولو-ناتال في مدينة دربان بجنوب أفريقيا- إنَّ المجموعة كانت تفتقر إلى الموارد اللازمة لتحديد تسلسلات عددٍ كبير من الجينومات، ولذا، اكتفت بعينةٍ عشوائية، قوامها يتراوح بين 50 و100 جينوم في الأسبوع.

ومع ذلك، كُلِّلَتْ هذه الجهود المتواضعة بالنجاح. ففي نوفمبر الماضي، تَواصَل مشفًى كبير في مقاطعة إيسترن كيب مع دي أوليفيرا، لإبلاغه بارتفاع عدد المصابين بعدوى "كوفيد-19" في المنطقة على نحوٍ يثير الريبة. وحينئذٍ، فَتَّش فريقه بعناية في قاعدة بياناتهم الخاصة بالتسلسلات الجينومية، وسرعان ما اكتشف سلالةً متحوِّرة من الفيروس، لم تكن معروفة، تسبَّبت في إحداث 90% من الإصابات الجديدة في بعض المناطق. كانت هذه السلالة، التي تُعرَف باسم "501Y.V2"، قد خضعت لثماني طفرات في الجينات المتحكمة في البروتين الشوكي الذي يستخدمه الفيروس لدخول الخلايا. ويُعَد هذا عددًا كبيرًا من الطفرات، مقارنةً بالسلالات الأخرى السائدة المنتشرة في جنوب أفريقيا. وافترض دي أوليفيرا أنَّ تلك التغيرات ربما تعزز قدرة الفيروس على إصابة البشر بالعدوى، وهو ما قد يُفسِّر الانتشار السريع لهذه السلالة المتحورة (انظر الشكل: "سلالة متحورة مقلقة").

شارَك دي أوليفيرا تحليله مع أندرو رامباوت، الباحث المتخصص في علم البيولوجيا التطورية بجامعة إدنبره، الذي يسهم في مشروع الرصد الجينومي في المملكة المتحدة، المعروف باسم "اتحاد الجينوميات المعنيّ بمرض كوفيد-19" COG-UK. وخلال تواصلهما، أشار دي أوليفيرا إلى طفرةٍ معينة تثير القلق أكثر من غيرها، تُعرف باسم "N501Y". انكبَّ فريق رامباوت على البحث في التسلسلات الجينومية المتوفرة لدى اتحاد الجينوميات في المملكة، التي يبلغ عددها عشرات الآلاف، وعثر على سلالةٍ متحوِّرة تحتوي على تلك الطفرة. وضمَّت هذه السلالة كذلك، التي تُعرف حاليًا باسم "B.1.1.7"، مجموعة من الطفرات الأخرى المثيرة للقلق. وأشار فريق رامباوت في أواخر العام الماضي إلى أنَّ تلك التغيرات ربما تُفسِّر الانتشار السريع لهذه السلالة المتحوِّرة في أنحاء المملكة المتحدة وخارجها (انظر الشكل: "سلالة متحوِّرة سريعة الانتشار").

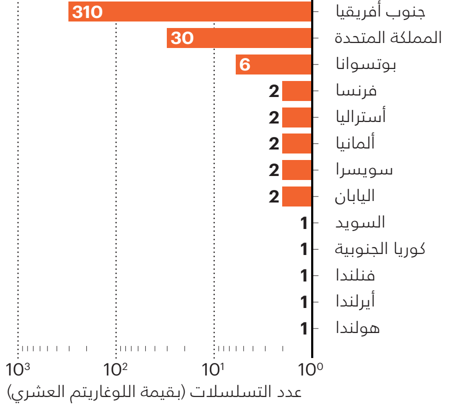
وقد أطلَع الباحثون المسؤولين في كلا البلدين على ما توصَّلوا إليه، فكان من أثر ذلك أنْ شدَّدَتْ حكومتا البلدين القيود المفروضة على التنقُّل.

ومما يبُثُّ السرور في نفس شارون بيكوك، عالمة البيولوجيا المجهرية بجامعة كامبريدج في المملكة المتحدة، ورئيسة اتحاد الجينومات المعنيّ بمرض "كوفيد-19" في المملكة، أنْ تجد أنَّ القرارات السياسية تستند إلى المعلومات المستقاة من جهود الرصد. تقول بيكوك إنَّها قوبِلت بالرفض حين اقترحت تأسيس الاتحاد في شهر مارس الماضي، بالنظر إلى أنَّ فيروسات كورونا تتحور ببطء، مقارنةً بالإنفلونزا، وارتأى بعض الباحثين أنَّ جهود الرصد لن تكشف سوى حفنة من الطفرات عديمة الأهمية، غير أنَّ اقتراحها حظي بالدعم في نهاية المطاف، وفاز بمنحةٍ قدرها 20 مليون جنيه استرليني (ما يعادل 27 مليون دولار أمريكي).

أما دي أوليفيرا، فيرى أنَّ شبكة الرصد الجينومي في جنوب أفريقيا تُعَد نموذجًا يُحتذى في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط. وفي تعليقه على تجربتهم، قال: "صحيح أننا لم نحدد تسلسلات أعدادٍ كبيرة من الجينومات، لكنَّنا كنا نفعل ذلك بانتظام، وبطريقةٍ منهجيةٍ".

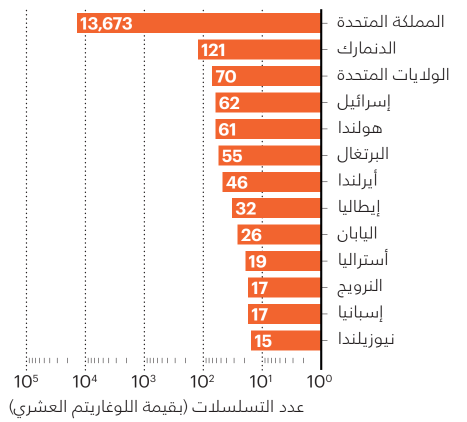
سلالة متحوِّرة مُقلقة

ساعد مشروعٌ لتحديد التسلسلات الجينومية للفيروس بجنوب أفريقيا في اكتشاف سلالةٍ متحوِّرة مثيرة للقلق منتشرة في البلاد، تُسمَّى "501Y.V2". ومنذ ذلك الحين، حمَّلت 13 دولة بيانات التسلسلات الجينومية لتلك السلالة على قاعدة بيانات GISAID.



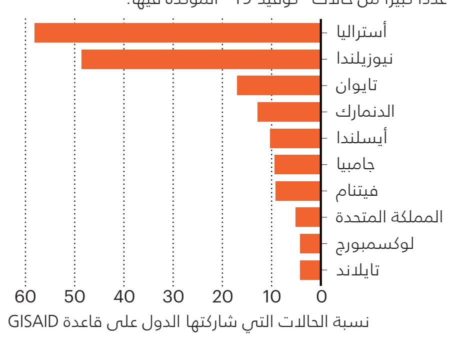
سلالة متحوِّرة سريعة الانتشار

حمَّلت 38 دولة ومنطقة بيانات التسلسلات الجينومية الخاصة بسلالةٍ متحوِّرة سريعة الانتشار تُدعى "B.1.1.7"، رصدها العلماء في بادئ الأمر في المملكة المتحدة. ويوضح الرسم البياني أدناه البلدان الثلاثة عشر الأعلى من حيث عدد التسلسلات الجينومية التي أسهمت بها.



جهود الرصد حول العالم

شارك أكثر من 140 بلدًا البيانات الجينومية لفيروس "سارس-كوف-2" على موقع قاعدة بيانات GISAID. كما نشرت دولٌ التسلسلات الجينومية للسلالات الفيروسية التي أصابت عددًا كبيرًا من حالات "كوفيد-19" المؤكَّدة فيها.



SOURCES: TOP, GISAID/ANGIE HINRICHS, UC SANTA CRUZ GENOMICS INST./DATA AS OF 5 JAN 2021; MIDDLE & BOTTOM, GISAID/DATA AS OF 14 JAN 2021

أوجه القصور

لم تحرز الولايات المتحدة النجاح نفسه في الاستفادة من مجال الوبائيات الجينومي، رغم إطلاقها برنامجًا يُدعى "سفيرز" SPHERES في شهر مايو الماضي، يستعين بمختبرات الصحة الوطنية والمحلية، والشركات الخاصة، والمؤسسات الأكاديمية، من أجل توفير التسلسلات الجينومية الخاصة بالفيروس لفِرَق الاستجابة المعنية بالصحة العامة.

يرجع ذلك إلى أنَّ هذا البرنامج لم يتطوَّر مع الوقت ليتحول إلى منظومةٍ وطنية، كما أنَّ معظم جهود تحديد التسلسلات الجينومية في الوقت الحالي تقوم عليه مختبرات أكاديمية مستقلة، لا مراكز أبحاث الجينوم الكبيرة في الولايات المتحدة، حسبما أوضح ناثان جروبو، عالِم الوبائيات بجامعة ييل في مدينة نيو هايفن بولاية كونيتيكت الأمريكية.

ونتيجةً لذلك لم يُحدَّد سوى عددٍ قليل من التسلسلات الجينومية للفيروس في الولايات المتحدة، إذ تبلغ نسبة الجينومات التي أتاحتها الدولة على قاعدة بيانات GISAID أقل من 0.3% من إجمالي حالات الإصابة بعدوى "كوفيد-19" فيها، مقارنةً بنسبة 5% تقريبًا في المملكة المتحدة، و12% في الدنمارك، وقرابة 60% في أستراليا (انظر الشكل: "جهود الرصد حول العالم"). ويوضح جروبو أنَّه في حالة ظهور سلالة متحوِّرة جديدة في الولايات المتحدة، فإنَّها على الأرجح ستُرصد سريعًا في ولاياتٍ بعينها، يتوفر لديها الكثير من المختبرات النشطة التي تعمل على تحديد التسلسلات الجينومية للفيروس، فيما سيستغرق رصدها وقتًا أطول في المناطق التي تفتقر إلى مثل هذه المختبرات. وتُعَد هذه مشكلة، لأنَّه كلما ازداد انتشار فيروسٍ ما، زادت فرص تحوُّره.

ويَستخدِم باحثون أدوات التشخيص الرخيصة والسريعة، القائمة على تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)، في تتبُّع سلالة B.1.1.7، غير أنَّ الطلب مرتفع على هذه الأدوات، كما توصَّلت إحدى الدراسات إلى أنَّها قد تخفق في التمييز بين هذه السلالة وغيرها، ولذا، ينبغي استخدامها بحذر. يقول جروبو: "لم نكن لنواجه تلك الفوضى، لو كان لدينا نظامٌ أقوى للرصد الجينومي".

ويأمل الباحث تحسُّن الوضع في عهد الرئيس الأمريكي الجديد جو بايدن، ويقول: "أعتقدُ أنَّ تطلُّعاتي سوف تتحقق على يد الإدارة الجديدة، التي ستعمل على الاستفادة من الخبرات التي يتضمنها برنامج «سفيرز»".

مشكلات عالمية

جديرٌ بالذكر أن هذه التحديات لا تواجهها الولايات المتحدة وحدها. ففي المنتدى الذي أقامته منظَّمة الصحة العالمية في الأسبوع الثاني من شهر يناير الماضي، أوصت ماريا فان كيركوف -الباحثة المتخصصة في الأمراض المعدية لدى المنظمة- بأنْ تكثف الدول جميعها من جهود الرصد الجينومي التي تبذلها. وقالت: "ما أحوجنا إلى توسيع نطاق هذه الجهود، لكي نملك صورةً أدق عن التغيرات التي تطرأ على هذا الفيروس، لا سيما في المناطق التي يستشري فيها المرض!".

كما حَثّت فان كيركوف الباحثين على رفع التسلسلات الجينومية للفيروس على قواعد البيانات العالمية، كي يتسنَّى تحليلها على المنصَّات المتخصصة، التي تساعد الباحثين على اكتشاف الطفرات التي قد تتسم بالأهمية.

ويقول بايبس إنَّنا نحتاج كذلك إلى وضع إجراءاتٍ موحدة لتسجيل البيانات الوصفية الخاصة بالتسلسلات الجينومية، مثل عُمْر الشخص، وموقعه، ومدى حدة مَرضه، إذ من شأن ذلك أن يضمن دقة التحليلات الجينومية التي تخضع لها السلالات المتحوِّرة الجديدة، ومن ثم يجعل تلك التحليلات مجدية.

أمَّا بيكوك، فترى أنَّنا لو اعتبرنا مراكز تحديد التسلسلات الجينومية جزءًا لا يتجزَّأ من جهود التأهُّب لمكافحة الجوائح، فسوف يُحسِّن ذلك من استجابتنا للسلالات المتحوِّرة المقلقة الخاصة بفيروسات الأمراض المعدية، وهو الطرح الذي تعكف المملكة المتحدة على دراسته في الوقت الراهن. فقد اضطرت الباحثة إلى وضع الترتيبات اللازمة لإنشاء اتحاد الجينوميات في المملكة خلال أسابيع قليلة، و"لم تتوفر أيُّ إرشاداتٍ تعينها على فعل ذلك"، حسب تعبيرها.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فرحة عارمة مع بلوغ أول بعثة عربية مدار المريخ

مسبار الأمل يستعد لأَخْذ قياسات غير مسبوقة للغلاف الجوي للكوكب الأحمر.

إليزابيث جيبني

كُللت مهمة مسبار "الأمل" الإماراتي Hope للولوج إلى مدار المريخ بالنجاح، ليتمم بذلك الجزء الأخطر من مهمته، التي سوف تستغرق عامين. وبفضل هذا الإنجاز المبهر، احتلت دولة الإمارات العربية المتحدة المركز الخامس من بين عدة جهات نجحت في بلوغ هذا الكوكب، لتحل بذلك في المرتبة التالية لوكالات فضاء أوروبية، وهندية، وروسية، وأمريكية. كما يُعَد المسبار جزءًا من أول بعثة على الإطلاق تُطْلِقها دولة عربية لاستكشاف فضاء ما بين كواكب المجموعة الشمسية.

شُيِّد مسبار "الأمل"، البالغة تكلفته 200 مليون دولار أمريكي، في جامعة كولورادو بولدر، وفي مركز محمد بن راشد للفضاء في دبي، حيث اضطلع بتصميمه فريق مهندسين تابع للجامعة المذكورة ومركز محمد بن راشد، وشركاء آخرون من الولايات المتحدة. ويُمهِّد دخوله إلى مدار المريخ الطريق لتحقيقه مهمته العلمية، المزمع أن يرصد خلالها الغلاف الجوي للكوكب في مختلف بِقاعِه، وفي شتى الأوقات.

وأثناء العد التنازلي، استعدادًا للحظة وصول المسبار إلى المريخ، أُضيئت نُصُب تذكارية عامة وعدد من المواقع التراثية في الإمارات باللون الأحمر الذي يرمز إلى الكوكب. وقوبل نبأ نجاحه في بلوغ المدار بتصفيق حادّ في غرفة تحكُّم مركز بن راشد للفضاء. وتعقيبًا على هذا النبأ، قال فهد المهيري، وهو مسؤول كبير بوكالة الإمارات للفضاء، في تصريح للقناة التليفزيونية "دبي وان" Dubai One: "أشعر بقشعريرة تسري في بدني. يا له من إنجاز مذهل!".

دخل المسبار إلى مدار المريخ في قرابة الساعة الرابعة عصرًا بالتوقيت العالمي الموحد (UTC) في التاسع من فبراير الماضي، بعد رحلة استغرقت سبعة أشهر منذ انطلاقه من اليابان في العشرين من يوليو من عام 2020. وجدير بالذكر أن المسبار مزود بست وحدات دفع، تستمر عملية الاحتراق بها لـ27 دقيقة، وبذا، يُتوقع أن تكون سرعة انطلاقه قد انخفضت من 121 ألف كيلو متر في الساعة إلى حوالي 18 ألف كيلومتر في المدة نفسها، ليستهلك بذلك نصف مخزونه الإجمالي تقريبًا من الوقود. وكان لا بد أن يبلغ المسبار نقطة مُثْلَى من المدار تغطي مسافة قدرها 600 كيلومتر، ليتسنى له دخوله بعد رحلته التي يقطع فيها 494 مليون كيلومتر.

وقد شكَّل هذا "الجزء الأخطر" من البعثة، على حد قول عمران شرف، مدير "مشروع الإمارات لاستكشاف المريخ" في مركز محمد بن راشد للفضاء. وقد بدا أن المناورة لدخول مدار المريخ، "فرص نجاحها وفشلها متساوية"، على حد قول بريت لانِدن، المهندس في جامعة كولورادو بولدر، وقائد الفريق المعنِيّ بالمسبار في البعثة، الذي أضاف قائلًا: "ننتظر بصبرٍ نافِد أن يؤكد فريق الملاحة بلوغنا المدار المنشود في غضون الساعات القادمة، فهذا يتيح لنا نافذة غير مسبوقة نطل منها -على المدى القصير، والطويل أيضًا- على الظروف الجوية والأنماط المناخية التي تميز هذا الكوكب المجاور".

وتجدر الإشارة إلى أن مهندسي المشروع قد عجزوا عن إدارة المسبار عن بُعْد آنيًّا من غرفة التحكم، نظرًا إلى أن وصول إشارات التحكم من الكوكب الأحمر وإليه يستغرق 11 دقيقة. وعليه، بدلًا من ذلك، يعمل المسبار ذاتيًّا، باستخدام أوامر جرى تحميله بها قبل أربعة أيام من وقت تنفيذها. وفوق ذلك، يقول بيت ويثنيل، مدير برنامج البعثة من جامعة كولورادو، إن المسبار صُمم بحيث يتمتع بـ"قدر من الذكاء" يمَكِّنه من التأقلم مع ما قد يطرأ من مفاجآت خلال المناورة.

خريطة جوية

وفي الوقت الحالي، يشغل المسبار مؤقتًا مدارًا إهليجيًّا، ريثما يحاول مهندسو المشروع اختبار مُعِدّاته وتكليفها بالمهام، استعدادًا للانتقال إلى "مدار المهام العلمية"، حيث يمكنه أن يباشر أداء مهامه بصورة مكثفة في منتصف مايو القادم. وهذا المدار الإهليجي الشاسع هو ما يضفي أهمية خاصة على مهمة المسبار، إذ يُفترض به أن يسمح لأدوات المسبار الثلاث –وهي كاميرا تصوير عالية النقاء، ومقياس طيف يَستخدِم الأشعة تحت الحمراء، وآخَر يَستخدِم الأشعة فوق البنفسجية– برصد جميع المناطق الجغرافية من الكوكب، على مدار اليوم، مرة كل تسعة أيام، بهدف وضع خريطة عامة لتتبُّع الأحوال الجوية للمريخ. وهي أرصاد لم يسبق الحصول عليها من على ظهر المريخ.

وبعد معالجة بيانات هذه الأرصاد، من المزمع إتاحتها للمجتمع العلمي العالمي، دون قيد أو شرط. ومن المقرر أن تَصدُر أول مجموعة منها بحلول سبتمبر القادم، حسب ما أدلت به سارة الأميري، نائبة مدير مشروع البعثة، وقائدة الفريق العلمي بها، في مؤتمر صحفي وجيز قبل هذا الحدث. ومن شأن هذه البيانات أن تسمح للباحثين بدراسة الغلاف الجوي للكوكب، بدءًا من العواصف الترابية التي تهبّ في أدنى بِقاعِه، وصولًا إلى أعلى طبقات غلافه الجوي الخارجي الذي يسرِّب الهيدروجين والأكسجين إلى الفضاء. كما يُتوقع أن تساعد هذه البيانات العلماء على اكتشاف كيفية تأثُّر أنشطة الغلاف الجوي المختلفة في الكوكب ببعضها البعض.

كما صرحت الأميري بأنّ العلماء قد أخذوا بالفعل في تحليل بيانات تجارب أجراها المسبار في أثناء رحلته، ولم يسبق التخطيط لها، "اغتنامًا لهذه الفرصة". وفي إحدى هذه التجارب، رصد المسبار في أثناء مسحه للمجموعة الشمسية مركبة "بيبيكولومبو" BepiColombo، المسافِرة إلى كوكب عطارد. ويُفترض مع رصد كلٍّ من المَركَبتين للأخرى عبر المسافة نفسها أنْ ترصدا المستويات نفسها من الهيدروجين، وهو ما يسمح لفريقيهما بمقارنة قياساتهما، ودراسة توزيع الهيدروجين في منظومتنا الشمسية.

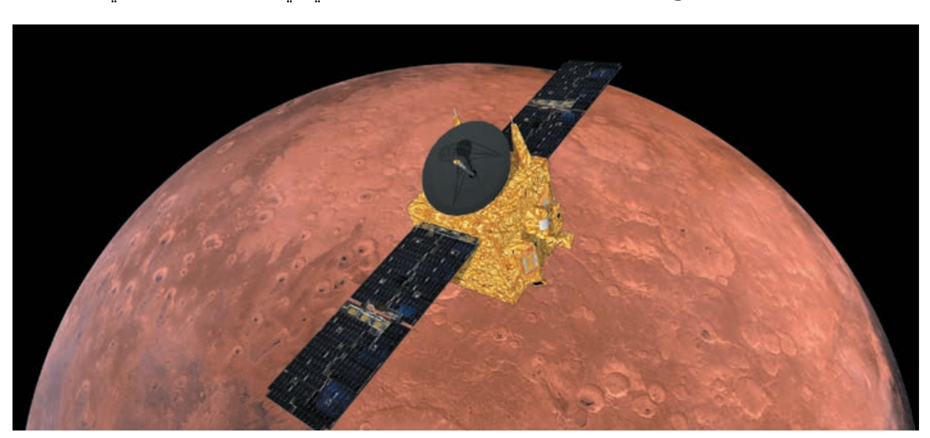
نهضة سريعة

ارتقت الإمارات العربية المتحدة إلى مكانتها الحالية في مصافّ القوى العظمى في حقل ريادة الفضاء سريعًا، إذ دشَّن البلد أول مشروعاته الفضائية قبل 15 عامًا فقط، عندما بدأ تعاوُنه مع شركة "ساتريك إنيشياتيف" Satrec Initiative –التي يقع مقرها في مدينة دايجون بكوريا الجنوبية– بهدف تشييد قمر صناعي لرصد الأرض. وأعلن البلد خلال العام الماضي اعتزامه إرسال مركبة جوالة إلى القمر في عام 2024، بيد أنه من المزمع أن يجري بناء هذه المركبة بالكامل في الإمارات العربية المتحدة فقط، على العكس من "مشروع الإمارات لاستكشاف المريخ"، الذي على الرغم من مشاركة مئات الإماراتيين فيه، فإن الجزء الأكبر من المسبار جرى تصميمه وتشييده في الولايات المتحدة.

وقد انطلق مسبار "الأمل" من مركز تانيجاشيما الفضائي بالقرب من بلدة ميناميتانه في اليابان. ويُعَد أحد ثلاثة مسابير فضائية استهدفت بلوغ المريخ، وانطلقت في يوليو من العام الماضي، إذ وصلت مركبة "تيانوين-1" Tianwen-1 الصينية إلى الكوكب الأحمر في العاشر من فبراير الجاري، في حين هبطت مركبة "بيرسيفيرانس" Perseverance الجوالة -التابعة لوكالة ناسا- على سطح الكوكب في الثامن عشر من الشهر نفسه.

وحتى الآن، على حد تصريح الأميري في مؤتمر صحفي وجيز، أحاطت بالبعثة أجواء من "المشاعر المتقلبة". وأضافت الأميري قائلة: "أعقبت كلَّ لحظة فرح، لحظاتٌ من القلق والترقب. ونحن في انتظار احتفالنا القادم".

وتعقيبًا على هذا الحدث يقول لاندِن: "هذه البعثة هي مهمة جريئة لبلد حديث النشأة، ولا أجد حماسًا يضاهي ما أشعر به لمشاركتي في هذا المسعى التاريخي".


AXEL MONSE/SHUTTERSTOCK

نجح مسبار "الأمل" في دخول مدار المريخ في الساعة الرابعة عصرًا بالتوقيت العالمي الموحد، في التاسع من فبراير الماضي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MANDEL NGAN/AFP/GETTY

الرئيس الأمريكي جو بايدن يقدم خطته لمكافحة مرض "كوفيد-19"، وإلى يمينه تقف نائبته كامالا هاريس.

كيف يرى العلماء خطة بايدن الطموحة لمكافحة مرض «كوفيد - 19»

تحمل الاستراتيجية في طيَّاتها تعهدًا بالأخذ بالمنهج العلمي.. والباحثون يتوقعون أن تواجهها عقبات عدّة.

إيمي ماكسمن، ونيدهي سوبارامان

المساواة في الرعاية الصحية، وتسريع وتيرة التحصين، واتباع طريقة أكثر ذكاءً في إجراء الفحوص، تلك هي الأركان الأساسية لاستراتيجية التعامل مع مرض "كوفيد-19"، الواقعة في 200 صفحة، التي أصدرتها إدارة الرئيس الأمريكي جو بايدن في الواحد والعشرين من يناير الماضي، قبل أن يتخطى عدد الوفيات في البلاد 420 ألف شخص من جرّاء الإصابة بفيروس كورونا. وقد تعهَّدت الإدارة -حسبما ورد في الخطة- "بالإنصات إلى رأي العِلْم"، ما يمثل تحولًا عن نهج الرئيس السابق دونالد ترامب، الذي أضفى في بعض الأحيان طابعًا سياسيًّا على الأدلة العلمية، وتجاهَل توصيات الصحة العامة.

وقد نشر عديد من الباحثين تغريدات على موقع "تويتر"، أعربوا فيها عن شعورهم بالارتياح إزاء الدور المحوري الذي تحتله الأدلة العلمية في خطة بايدن، إذ راحوا يحتفون بوجود استراتيجية وطنية على درجةٍ عالية من التنظيم لمواجهة الوباء، بعد شكواهم من أن فشل ترامب في إقرار مثل هذه الاستراتيجية قد عرقل عمليات فحص المصابين، وتتبُّع المخالطين، وغيرها من التدابير الضرورية لكبح جماح الجائحة.

وحول هذه الاستراتيجية، عَلَّق جيه. ستيفن موريسون قائلًا: "لنا أن ننظر إليها باعتبارها علامةً فارقة". وموريسون هو مدير سياسة الصحة العالمية بمركز الدراسات الاستراتيجية والدولية بالعاصمة الأمريكية واشنطن، الذي شَبَّه استراتيجية بايدن بحركة التعبئة الوطنية في أوقات الحروب.

وتقول جانيت هاميلتون، المديرة التنفيذية لمجلس اختصاصيِّي الأمراض الوبائية على مستوى الولايات والأقاليم، ومقره مدينة أتلانتا بولاية جورجيا، إن المبادرة بالإعلان عن خطة فيدرالية لَهو أمر يبشر بالخير. وأضافت قائلة: "إنه لمن دواعي سرورنا حقًّا أن نشهد إصدار الاستراتيجية الوطنية، التي إنْ دلَّت على شيء، فإنما تدلُّ على أن لدينا مسارًا منسقًا يقودنا إلى الأمام".

ورغم ذلك، يقول العلماء الذين عملوا لفترة طويلة على الاستجابة الأمريكية لفيروس كورونا إن استراتيجية بايدن بحاجة إلى مزيد من التفصيل، لا سيما فيما يخص التمويل، وتوفير الكوادر اللازمة للتنفيذ، والإجراءات الخاصة ببعض المبادرات، مثل الخطة التي تهدف إلى توسيع نطاق رصد السلالات الجديدة المتحوِّرة من فيروس كورونا "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2.

تركز خطة بايدن، في أحد جوانبها، على الفحوص، إذ تهدف الخطة إلى ضمان إخضاع جميع السكان لفحوص الكشف عن الإصابة بفيروس كورونا بصفة دورية، وذلك من خلال زيادة عدد المواقع التي يمكن فيها إجراء تلك الفحوص، إلى جانب التوسُّع في إنتاج الفحوص السريعة. وتقول هيلين تشو، الباحثة في مجال الأمراض المعدية بجامعة واشنطن في مدينة سياتل، إن توسيع نطاق الفحوص سيكون أمرًا مهمًّا، ولكنه لن يكون كافيًا، ما لم تشمل تلك الفحوص المجتمعات المحلية الأكثر تضررًا. وزادَتْ على ذلك بقولها إنَّ على الحكومة الأمريكية التفكير في كيفية التوسع في إجراء الفحوص المنزلية للأشخاص الذين لا يستطيعون الذهاب إلى مواقع الفحص، لارتباطهم بالتزامات العمل، أو واجبات رعاية الأطفال، أو نظرًا إلى ندرة وسائل المواصلات.

وهناك جانبٌ ثانٍ من خطة إدارة الرئيس بايدن يتمثل في التوسُّع في رصد السلالات الجديدة، محتملة الخطورة، من فيروس "سارس-كوف-2" في أنحاء البلاد، غير أن تشو تتطلَّع إلى إقرار استراتيجية منهجية، لتحديد تسلسل جينوم فيروس كورونا عبر البلاد، خلافًا لما يقوم به الباحثون الآن من إجراء الأبحاث على عينات تَصادَف أن حصلوا عليها من خلال مشروعات متفرقة. وقالت: "في اللحظة الراهنة، يُلاحَظ أن مَعامل الأبحاث الأكاديمية تُجرِي عمليات الرصد «بالقطعة»، أي ليس على المستوى المُنسّق عالي الفعَّالية، اللازم للتعرف على السلالات الجديدة من الفيروس، والتصدي لها بالسرعة الواجبة".

تنادي استراتيجية بايدن بإنشاء لوحة متابَعة أفضل على شبكة الإنترنت، بغرض تعقب تفشي الفيروس في المدن والبلدات عبر الولايات المتحدة الأمريكية، بحيث يستطيع الأفراد والمسؤولون اتخاذ قرارات مستنِدة إلى الأدلة بخصوص الأنشطة التي تنطوي على اختلاط اجتماعي، أو فتح المكاتب والمدارس. وتتضمن الخطة تعهُّدًا بتحديث نظم البيانات المستخدَمة داخل نظام الرعاية الصحية الأمريكية، بالنظر إلى أنها غير محدَّثة في أكثر الأحيان.

لا تُخفي هاميلتون سعادتها بهذا الهدف، ولكنها تنبِّه إلى أنه لن يكون بالإمكان تحقيقه حتى يتوفر التمويل، مضيفة: "نحن بحاجة إلى استثمار جدي في الموارد، بهدف بناء طرق بيانات فائقة السرعة".

وعلى صعيد آخر، تعرب هاميلتون وتشو عن قلقهما من أن امتلاك المزيد من البيانات، بل وتنظيم مؤتمرات صحفية دورية من قِبل المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها (CDC) -اللذين يمثلان جانبًا آخر من خطة بايدن- لن يتغلبا على طوفان المعلومات الخاطئة التي تحيط بمرض "كوفيد-19"، إذ ترى هاميلتون أن الأفراد الذين يرغبون في الحصول على إجابات تستند إلى الأدلة بخصوص الثقة في الفحوص، وأمان اللقاحات، إلى غير ذلك من الأسئلة، يجدون مشقَّة في سبيل الحصول عليها من خلال شبكة الإنترنت. وتقول: "إننا في حاجة حقيقية إلى البحث عن طريقة تُعِيننا على أن نقدِّم للجمهور معلومات واضحة كل الوضوح".

تسريع جهود توفير اللقاح

سعيًا إلى تحقيق الهدف الطموح، المتمثل في توفير مئة مليون جرعة لقاح لسكان الولايات المتحدة خلال المئة يوم الأولى من رئاسة بايدن، يعتزم الفريق إنشاء مئة مركز تطعيم، تديرها الحكومة الفيدرالية، ووحدات تطعيم متنقلة في المناطق التي تعاني من نقص الخدمات،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

واستغلال المحال التجارية والملاعب الرياضية لهذا الغرض، بحيث تُجرى فيها عمليات التطعيم. ومن بين هذه الجهود المتلاحقة، زيادة عدد متلقي التطعيمات، ليشمل الأطباء المتقاعدين، أو المتدربين الأجانب، بالإضافة إلى طلاب كليات الطب، إلى جانب توجيه العاملين (مثل أطقم التمريض، ومساعدي الأطباء، والأطباء) من مختلف الجهات الفيدرالية لمساعدة الولايات.

سوف يتطلَّب تنظيم العمل بين هذا العدد الكبير من الأطراف الفاعلة الجديدة وجود تعليمات واضحة، على حد قول سعد عمر، اختصاصي اللقاحات، ومدير معهد ييل للصحة العالمية في مدينة نيو هيفن، بولاية كونيتيكت. فعلى سبيل المثال، في بداية طرح اللقاح في الولايات المتحدة، لم تتلق غالبية مراكز التطعيم تعليمات بخصوص الكيفية التي تُجرى بها عملية إعادة توزيع الجرعات غير المستخدَمة، المتبقية بحلول نهاية اليوم. ولا عجب في ذلك، فالأشخاص الذين يحجزون مواعيد لتلقِّي التطعيم لا يتقيَّدون بها دائمًا، على حد قول عمر، غير أنَّ بعض الولايات قد شَرَع بالفعل في وضع هذه التعليمات.

إنّ هذه المواقع سوف تواجه عقبات استثنائية، غير متوقعة في الأحوال العادية، ولذلك، يتعيَّن على مسؤولي الصحة الاستعداد لمواجهتها أيضًا. يقول عمر: "نجاح برامج التطعيم أو فشلها متوقف على «التخطيط الجزئي» الذي يُجرى على المستوى المحليّ".

وإضافةً إلى كل ما تَقدَّم، تشدد خطة بايدن على مبدأ المساواة في الرعاية الصحية. كان الرئيس قد شكّل "فرقة العمل المعنية بالمساواة في الرعاية الصحية المرتبطة بمرض "كوفيد-19"، من أجل ضمان تحقيق "استجابة عادلة للجائحة". ومِن المعلوم أن احتمالية وفاة شخص ذي أصول هسبانية أو سوداء من جرّاء الإصابة بالمرض في الولايات المتحدة أعلى بمقدار 2.8 مرة من نظرائهم البيض غير الهسبانيين، وتكون هذه النسبة 2.6 مرة في حالة الأشخاص الذين ينتمون إلى سكان أمريكا الأصليين.

يتوجَّب على فرقة العمل هذه أن تعمل بالتنسيق مع فريق الاستجابة الفيدرالي بأكمله، وأن يكون لديها إدراك واضح للأهداف، على حد قول جويل مولين، نائبة عميد قسم المساواة في الرعاية الصحية بكلية طب ديل بجامعة تكساس بمدينة أوستن، التي تقول: "ينبغي أن تُراعَى المساواة عند كل جانب من جوانب هذه العملية".

وبعيدًا عن فرقة العمل، تتناول الاستراتيجية طرقًا لتوفير اللقاحات للمجموعات السكانية الأكثر عرضة للخطر، ومجتمعات الملونين، وتقديم المعلومات عنهم. كما تشير إلى اعتزام الإدارة "مراعاة العدالة في إعادة فتح" الكليات، مشيرةً إلى أن الطلاب الذين ينتمون إلى أُسرٍ منخفضة الدخل كانوا أكثر عرضة لإلغاء خطط التحاقهم بالكليات خلال العام الماضي.

إنّ إجراء تغيير جذري في إمكانية الحصول على خدمات الرعاية الصحية سيستغرق وقتًا، حسبما أوردت رايتشيل هاردمان، التي تُعنَى بالبحث في مجال المساواة في الصحة الإنجابية بكلية الصحة العامة بجامعة مينيسوتا في مدينة مينيابوليس، في رسالة بريد إلكتروني لدورية *Nature*، حيث كتبَتْ تقول: "إن أزمة «كوفيد-19» قد فاقمت أوجه عدم المساواة والعنصرية الممنهجة في منظومتنا، وإنْ كانت حاضرة بطريقة أو بأخرى منذ 400 عام، وأبرزتها بشكل واضح". وأردفَتْ قائلة: "ينبغي أن تُتخذ من جهود التصدي لمرض "كوفيد"، والتخفيف من وطأته، نقطة انطلاق لتأسيس منظومات وبِنى جديدة، من شأنها أن تقود إلى تحقيق المساواة".

ومن بين المَحاور التي ترتكز عليها خطة بايدن: العمل على تضافر الجهود العالمية المبذولة لمكافحة الجائحة. ففي يوليو الماضي، شرع ترامب في إجراءات الانسحاب من منظمة الصحة العالمية، إثر اتهامها بتجاهل تقارير حول انتشار الفيروس في الصين. وما هي إلا فترة وجيزة، حتى بعث 750

"نحن بحاجة إلى استثمار جدي في الموارد، بهدف بناء طرق بيانات فائقة السرعة".

خبيرًا في الصحة العالمية خطابًا إلى الكونجرس الأمريكي، تَضَمَّن تأكيدًا على أن تلك الاتهامات لا تقوم على دليل، وأنّ "الانسحاب سيكبِّدنا على الأرجح خسائر في الأرواح".

جاء في استراتيجية بايدن لمكافحة "كوفيد-19" أن الولايات المتحدة سوف تعود إلى منظمة الصحة العالمية، وسوف تقدِّم التمويل والدعم اللازمين لإجراء إصلاحات تخصّ المنظمة، بحيث تكون أكثر استعدادًا للاستجابة إلى الطوارئ الصحية في المستقبل. وتنص الخطة أيضًا على أن البلاد تعتزم الانضمام إلى مبادرة "كوفاكس" COVAX، التابعة لمنظمة الصحة العالمية، التي تهدف إلى توفير اللقاحات في جميع أنحاء العالم. وفي إطار سعي بايدن إلى مكافحة الجوائح المستقبلية، سوف يدشّن المركز القومي لتقصي الأوبئة وتحليل الفاشيات.

ويقول موريسون إن الانضمام إلى منظمة الصحة العالمية ومبادرة «كوفاكس» يمثل "خطوة بالغة الأهمية"، غير أنه يستدرك مؤكدًا أن أمامنا طريقًا طويلًا لتوفير اللقاحات للدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط. يقول: "إلى أي مدى سيكون هذا الأمر ضمن قائمة أولويات الإدارة الجديدة، إذا كنا نعاني سلسلةً من الأزمات الطاحنة على المستوى الوطني: من الجائحة المستشرية في ربوع البلاد، إلى الأزمة الاقتصادية، إلى الصراع العنصري، إلى تلك الشريحة التي لا يُستهان بها من الأمريكيين الذين لا يصدقون أن بايدن قد فاز في الانتخابات؟"

أضرار «كوفيد-19» على الصحة النفسية: العلماء يتتبعون ارتفاع مستويات الاكتئاب

باحثون يستعينون بمجموعات هائلة من البيانات لفك شفرة العلاقة بين تدابير التصدي لفيروس كورونا، والتغيرات التي تطرأ على صعيد الصحة النفسية للأفراد.

أليسون أبوت

مع دخول جائحة "كوفيد-19" عامها الثاني، تسببت سلالات جديدة سريعة الانتشار من الفيروس المسبب لهذا المرض في ارتفاع هائل ومفاجئ في عدد الإصابات به في العديد من البلدان، وهو ما أدى إلى تجديد فرض تدابير الإغلاق. وتجدر الإشارة إلى أن الدمار الذي أسفرت عنه الجائحة -الذي تَمثَّل في ملايين الوفيات، ونشوب صراعات اقتصادية، وفرض قيود غير مسبوقة على التواصل الاجتماعي- قد أثّر تأثيرًا ملموسًا على الصحة النفسية للأفراد. ومن هنا، يتقصى باحثون في جميع أنحاء العالم أسباب هذا الإجهاد النفسي وآثاره، إذ يخشى البعض من أنّ هذا التدهور الذي شهدته الصحة النفسية للأفراد قد يطول أمده بعد انحسار الجائحة. ويأمل العلماء في نهاية المطاف في أن يتمكنوا من تطويع أطنان البيانات التي تجمعها الدراسات المعنية بالصحة النفسية من أجل فهْم أثر تدابير بعينها لمكافحة الجائحة على التغيرات التي تطرأ على رفاهية الأفراد، وإرشاد سياسات التصدي لما قد يَظهَر مستقبلًا من جوائح.

وفي هذا الشأن، يرى جيمس نازرو، عالم الاجتماع من جامعة مانشستر بالمملكة المتحدة، أنّ هذه الدراسات ستُنتِج لنا فيضًا هائلًا من البيانات، حيث يصفها قائلًا: "إنها لدراسات طموحة بمعنى الكلمة".

ويُذكر أنه وفقًا لاستطلاع أجراه مكتب الإحصاء الأمريكي في ديسمبر من العام الماضي، أفاد حوالي 42% من المستطلعين بأنهم عانوا بعض أعراض القلق أو الاكتئاب في ذاك الشهر، مقابل نسبة قوامها 11% ممن شملهم الاستطلاع نفسه في العام السابق على ذاك. وتشير البيانات في استطلاعات رأي أخرى إلى أن الوضع مماثل على مستوى العالم (انظر الشكل "الإجهاد النفسي الناجم عن جائحة كوفيد-19"). وتعقيبًا على ذلك، قالت لوانا ماركيز، المتخصصة في الطب النفسي الإكلينيكي بكلية الطب بجامعة هارفارد في بوسطن بولاية ماساتشوستس الأمريكية، التي ترصد تأثيرات الأزمة على الصحة النفسية للسكان في الولايات المتحدة وبقاع أخرى: "لا أعتقد أن هذا المنحنى سيعود إلى الصفر في وقت قريب".

وتضيف ماركيز قائلة إنّ الأحداث الكبرى التي هزّت المجتمعات، كهجمات الحادي عشر من سبتمبر الإرهابية في عام 2001، التي شهدتها مدينة نيويورك، قد خلفت وراءها إصابات بضوائق نفسية استمرت على مدار سنوات. ففي دراسة شارك فيها أكثر من 36 ألف شخص من المقيمين في تلك المدينة وعمال الإنقاذ بها، تَبين أن بعد مرور أكثر من 14 عامًا على الهجمات، ما زال 14% من المشاركين في الدراسة يعانون من اضطرابات ما بعد الصدمة، بينما يعاني 15% منهم من الاكتئاب. وهاتان النسبتان أعلى بكثير مما هما عليه لدى المجتمعات السكانية المناظِرة (5%، و8% على الترتيب، انظر: H. T. Jordan *et al*. *Environ. Health* **18**, 12; 2019).

الخوف والعزلة

تقول مارسيلا ريتشيل – وهي طبيبة نفسية من المعهد المركزي للصحة النفسية في مانهايم بألمانيا – إن الضوائق

النفسية الملحوظة خلال الجائحة ربما تنبع من الخوف من المرض، والقيود المفروضة على التفاعلات الاجتماعية، وتوتر العلاقات بين أفراد العائلات وبعضهم بعضًا في أثناء فترة فرض تدابير الإغلاق.

وحتى الآن، يثبت باستمرار في كل من الدراسات واستطلاعات الرأي التي أجريت في أثناء الجائحة أن الشباب -وليس كبار السن- هم الأكثر عرضة لتزايُد حدة الضوائق النفسية، ربما لأنّ حاجتهم إلى التفاعلات الاجتماعية أقوى منها لدى كبار السن. وتشير البيانات أيضًا إلى أن الإناث من الشباب أكثر عرضة للإصابة بالاضطرابات النفسية من الذكور من الفئة العمرية نفسها، وأن مَن لديهم أطفال صغار، أو سبق تشخيص مرضهم باضطراب نفسي معَرَّضون بشدة وبدرجة أكبر من غيرهم لخطر الإصابة بمشكلات الصحة النفسية. وفي ذلك الصدد، يقول فيكتور يوجو، وهو متخصص في سياسات الصحة النفسية بمنظمة "متحدون من أجل الصحة النفسية العالمية" في لندن، ومسؤول في إحدى حملات المنظمة: "تزايدت بوجه عام الأسباب التي نعلم أنها تجعل الأفراد عرضة لمشكلات الصحة النفسية وأمراضها".

ويرى العلماء الذين يجرون دراسات دولية ضخمة ومفصلة في ذلك الصدد أنهم قد يتمكنون في نهاية المطاف من إظهار كيف قد تقل وطأة الضغوط المؤثرة على الصحة النفسية أو تتفاقم باتخاذ إجراءات بعينها للسيطرة على "كوفيد-19"، على سبيل المثال، فيما يخص تدابير الإغلاق أو القيود على التفاعل الاجتماعي. كما يعتقد العلماء أنهم قد يتمكنون من معرفة ما إذا كانت فئات سكانية معينة -مثل الأقليات الإثنية- تتأثر بسياسات معينة أكثر من غيرها. ويقول باحثون إن هذا قد يرشدنا إلى سياسات للتصدي للمراحل القادمة من هذه الجائحة، وما قد يُستجد مستقبلًا من جوائح.

من هنا، تقول كاثلين ميريكانجاس، المتخصصة في علم الأوبئة من المعهد الوطني للصحة النفسية في بيثيسدا بولاية ميريلاند الأمريكية: "لدينا فرصة حقيقية وتجربة طبيعية تظهِر الكيفية التي تؤثر بها السياسات في البلدان المختلفة على الصحة النفسية للأفراد".

ولجمع نتائج تلك الدراسات، أطلقت ديزي فانكورت، متخصصة المناعة العصبية النفسية بكلية لندن الجامعية، برنامج "كوفيدمايندز" CovidMinds المموَّل من صندوق "وِيلْكَم" Wellcome، الذي شمل حوالي 140 دراسة طولية من أكثر من 70 دولة. وتستعين هذه الدراسات بأعداد كبيرة من المشاركين، وتُجمع فيها المعلومات الصحية على فترات منتظمة. كما يؤسس البرنامج شبكة علاقات بين العلماء في مختلف البلدان، ويشجع على استخدام استبيانات موحدة، بحيث يمكن المقارنة بين نتائج هذه الدراسات وبعضها البعض مباشرةً فيما يسمح من فرص للتعاوُن الدولي. وتضيف فانكورت قائلة في هذا الشأن: "قد يتيح لنا ذلك المقارَنة بين الاستجابات النفسية للأزمة، فضلًا عن المقارنة بين الاستجابات السياسية لها عبر مختلف البلدان".

وهذه المجموعة من الدراسات تتألف من مزيج من دراسات لمجموعات أتراب كانت قائمة بالفعل، ودراسات انطلقت في وقت مبكر من الجائحة. ويُعَد النوع الأول من الدراسات أفضل، إذ إن المشاركين فيه يمثلون في أغلب الوقت جميع شرائح المجتمعات السكانية، ومن ثم يمكن تعميم نتائجه. وحسبما يوضح كلاوس برجر، -اختصاصي علم الأوبئة من جامعة مونستر الألمانية، ورئيس "دراسة الأتراب الوطنية الألمانية" German National Cohort، إحدى كبرى الدراسات المتعلقة بالصحة على مستوى العالم- يمكن للدراسات طويلة الأمد أن تحدد بدقة التغييرات التي تطرأ على صعيد الصحة النفسية في أوساط المشاركين فيها، نظرًا إلى امتلاكها لبيانات عنهم من قبل


RENATAAPHOTOGRAPHY/GETTY

العزلة والخوف من العدوى من العوامل التي تسهم في زيادة القلق والاكتئاب.

الجائحة، بيد أن دراسات الأتراب الكبيرة التي كانت قائمة قبل الجائحة تمضي بخطى بطيئة، ولا تُجمع العينات فيها بانتظام. أما دراسات الأتراب الأحدث، فتفتقر إلى بيانات خط أساس من وقت سابق على الجائحة، إلا أنه يمكن للعديد منها متابعة آليات تطوُّر الأزمة بطرق أكثر سلاسة.

وتقود فانكورت حاليًّا إحدى كبرى الدراسات الجديدة في هذا الصدد، تحمل عنوان "الدراسة الاجتماعية المعنية بكوفيد-19 بالمملكة المتحدة" UK COVID-19 Social Study. وقد استعانت هذه الدراسة -عن طريق وسائل التواصل الاجتماعي في أغلب الوقت- بأكثر من 72 ألف شخص بالغ من المملكة المتحدة في الأسابيع القليلة الأولى من فرض تدابير الإغلاق لأول مرة في البلاد في مارس الماضي. ويملأ المشاركون في تلك الدراسة استبيانًا أسبوعيًّا عبر الإنترنت، مدته عشر دقائق، ويتضمن أسئلة كاشفة ترصد مشاعر القلق أو الاكتئاب.

بيانات آنية

تقول فانكورت: "بِوُرُود الردود على الاستبيان، بمعدل رد واحد كل 20 ثانية، نحصل آنيًّا على معلومات عن الكيفية

الإجهاد النفسي الناجم عن جائحة "كوفيد-19"

تُظْهِر البيانات الصادرة عن استطلاعات رأي وطنية ارتفاع النسبة المئوية للأشخاص الذين يعانون من أعراض الاكتئاب والقلق خلال جائحة "كوفيد-19".

■ قبل الجائحة ■ أثناء الجائحة

النسب المئوية للبالغين الذين قاموا بالإبلاغ عن أعراض اكتئاب في المملكة المتحدة

الفترة	النسبة
الفترة من يوليو عام 2019، حتى مارس عام 2020	%10
يونيو عام 2020	%19

النسب المئوية للبالغين الذين قاموا بالإبلاغ عن أعراض قلق أو اكتئاب في الولايات المتحدة

الفترة	النسبة
لفترة من يناير عام 2019، حتى يونيو عام 2019	%11
ديسمبر عام 2020	%42

SOURCE: OFFICE FOR NATIONAL STATISTICS (UK DATA); CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (US DATA).

التي يتأثر بها الأفراد نفسيًّا واجتماعيًّا بالجائحة، كما نرصد تحديدًا كيف تتغير هذه الاستجابات كردّ فعل لأمور بعينها، مثل فرض بعض الإجراءات الحكومية الجديدة، أو تخفيف تدابير الإغلاق". وتعطي فانكورت مثالاً على ذلك بالإشارة إلى أن مستويات القلق والاكتئاب المرتفعة التي كشفت عنها الدراسة في الأسابيع الأولى من الجائحة انخفضت في فترة فرض تدابير الإغلاق، بدلاً من مواصلة الارتفاع، كما توقع البعض.

من هنا، فإن نازرو -الذي يشارك في دراسة أتراب بعنوان "استقصاء الاتحاد الأوروبي حول الصحة، والشيخوخة، والتقاعد في أوروبا" Survey on Health, Ageing and Retirement in Europe، ودراسات استقصائية أخرى متعلقة بـ"كوفيد-19" والصحة النفسية- يقول: "إن دمج هذه النوعيات من الدراسات معًا سينبئنا بكيفية تعامل مختلف شرائح المجتمعات مع السياسات الحكومية، كما سيساعدنا على فهْم كيفية إدارة هذه الجائحة والجوائح المستقبلية".

وتهدف دراسة أخرى، عنوانها "العاملون في مجال الرعاية الصحية في ظل كوفيد-19" COVID-19 Health Care Workers Study، إلى قياس درجة التأقلم مع الأزمة في أوساط العاملين في مجال الرعاية الصحية، ممن واجهوا مستويات غير مسبوقة من المرض والوفاة. وتجمع هذه الدراسة بيانات من 21 بلدًا، منها بلدان منخفضة الدخل في أمريكا اللاتينية وأفريقيا، حيث تندر بشدة موارد العناية بالصحة النفسية. يقول أولاتوندي أييندي، أحد الباحثين في فرع الدراسة المعنيّ بنيجيريا: "نستهدف المقارنة بين البلدان المختلفة، لنعرف أوجه الاختلاف في تطوُّر الجائحة بها". ويرى أييندي أن من المحتمل أن تتباين بيانات الدراسة عبر المناطق الجغرافية تبعًا للاختلافات في جودة خدمات الصحة النفسية، ومدى توفُّر خدمات الرعاية الاجتماعية وتنوُّعها، وتعدد مستويات الفقر. وعلى سبيل المثال، لا توجد لدى بلدان عديدة في أفريقيا إلا نسبة ضئيلة من ممارسي الصحة النفسية المتوفرين في البلدان ذات الدخل المرتفع. ومن هنا، يضيف أييندي قائلًا: "نريد أن نعرف ما الذي يُنْتِج هذه الاختلافات".

شارَك في التغطية بول أديبوجو.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علماء: فَلْنُعْطِ المشاركين في الأبحاث الأفريقية مزيدًا من التحكم في بياناتهم

تَصاعُد حدة الخلاف بشأن القواعد المنظِّمة للتبرع بالعينات والبيانات البيولوجية البحثية.

ليندا نوردلينج

يُطلَب من المشاركين في العديد من دراسات الجينوم البشري التوقيع على استمارةٍ لا تتيح لهم إلا درجة بسيطة من التحكم المباشر في طرق استخدام بياناتهم، بيد أن لجنةً من الباحثين في أفريقيا وجدت أن هذه الممارَسة تعزز انعدام الثقة بين الباحثين والمشاركين في الدراسات، وأن هذا الوضع ينبغي أن يتغير.

تأتي هذه الرسالة الصارمة ضمن تقرير بعنوان "توصيات بشأن إدارة البيانات والعينات البيولوجية في أفريقيا"، أصدرته لجنة مؤلَّفة من 13 عالمًا أفريقيًّا، تشكلت بطلبٍ من الأكاديمية الأفريقية للعلوم، الكائن مقرها في نيروبي، ووكالة الاتحاد الأفريقي للتنمية، ومقرها أديس أبابا. وقد كُلِّفت اللجنة بإعداد هذا التقرير، استجابةً لمخاوف بشأن تضخم نفوذ وكالات تمويل الأبحاث الدولية، والباحثين من الدول مرتفعة الدخل، في عملية تحديد الأولويات البحثية، ووضع قواعد مشاركة البيانات في قارة أفريقيا.

ومِن الممارَسات المقبولة حاليًّا في أبحاث الجينوم أن تضطلع لجان معنية بالوصول إلى البيانات (مجموعات تتألف من خبراء مستقلين عن الباحثين وجهات التمويل) بتحديد الجهات التي يتسنى لها الاطلاع على بيانات الجينوم، وكيفية استخدام هذه البيانات. ويرغب واضعو التقرير سالف الذكر أن تُتاح للمشاركين في الأبحاث في أفريقيا مساحةٌ أكبر للإسهام في اتخاذ القرارات المتعلقة ببياناتهم، لا سيما لتجنب ما يُطلق عليه "الموافقة العامة"، التي تسمح للباحثين بإعادة استخدام بيانات المشاركين للإجابة عن أسئلة بحثية جديدة، وفق لوائح تنظِّم الوصول إلى البيانات.

يقول جودفري تانجوا، الفيلسوف والمتخصص في أخلاقيات علم الأحياء، من جامعة ياوندي في الكاميرون، وأحد واضعي التقرير: "أصبح طلب الموافقة العامة مبدأً راسخًا لدى ممولي الأبحاث". ويضيف تانجوا أنّ ممولي الأبحاث يعطون الاعتبارات الأخلاقية أولويةً بالفعل في أبحاثهم، لكن التوجيهات الأخلاقية التي يضعونها تخدم مصالحهم عادةً، لا المشاركين في الأبحاث.

وقد كتب واضعو التقرير أنه ينبغي على جهات التمويل الدولية، "لا سيما تلك التي تنفق من الأموال العامة، أنْ تقدِّم مخرجات ملموسة للبلدان التي أخذت على عاتقها تمثيلها، وأنْ تشكل العينات والبيانات بصورة متزايدة هذه المخرجات". ويحاجج واضعو التقرير بأن جهات التمويل هذه يتاح لها وضع التوجيهات الأخلاقية للأبحاث، في الوقت نفسه الذي تموِّل فيه هذه الأبحاث، وهو ما قد يؤدي إلى نشوء تضارب بين مصالح هذه الجهات.

ويضيف التقرير: "يعمل الباحثون في أفريقيا تحت وطأة قيودٍ مالية خانقة. ونتيجةً لذلك، يظلون في كثير من الأحيان مدينين بالفضل لجهات التمويل الأجنبية. "وهذا يسفر عن علاقة غير متكافئة، تكون لجهات التمويل الأجنبية فيها اليد العليا، وهذا يسمح لها بالتأثير دون وجه حق على قدرة الباحثين الأفريقيين على إجراء أبحاثهم، أو طريقة إجرائهم لهذه الأبحاث".

ومن بين الجهود المبذولة لتعزيز القدرة على إجراء الدراسات الجينومية في أفريقيا، مشروع بميزانية قيمتها 180 مليون دولار أمريكي، يُطلق عليه "مبادرة الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا" H3Africa. وهذا المشروع، المموَّل من المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة (NIH)، ومؤسسة "وِيلْكَم"Wellcome -وهي جهة بريطانية لتمويل الأبحاث الطبية البيولوجية- يقدم الدعم للباحثين المقيمين في أفريقيا من أجل دراسة الأسباب الجينومية للأمراض في القارة السمراء.

لكن حتى عندما يقود باحثون أفريقيون هذه المشروعات الممولة دوليًّا، فقد لا يشعرون بامتلاكهم صلاحيات تكفل لهم معارضة جهات التمويل، على حد تعبير تانجوا، الذي يعقِّب على ذلك بقوله: "يخشى الجميع إزعاج جهات التمويل، أو مضايقتها، ولذا، يلزم الكل الصمت".

ويوصي التقرير بأن تتبنى المشروعات البحثية فكرة الموافقات "المتدرجة"، التي تتيح للمشاركين في الأبحاث أن يحددوا من خلال قائمة اختياراتٍ ما يوافقون عليه من أوجه استخدام بياناتهم. فعلى سبيل المثال، يمكنهم اختيار عدم السماح باستخدام بياناتهم، إلا لأغراض الدراسة التي جُمعت هذه البيانات لأجلها، أو يمكنهم بدلًا من ذلك السماح باستخدام هذه البيانات في دراسات مستقبلية ذات صلة بمرضٍ معين. أما المستوى الثالث من الموافقة، فقد يسمح للباحثين باستخدام البيانات في أي دراسات مرتبطة بالصحة. وسيكون هذا الخيار مشابهًا للموافقة العامة، لكنْ مع اختلاف جوهري، وهو أنه يتيح للمشاركين حرية الاختيار في هذه المسألة.

بيد أن اختيار عدم فَرْض إعطاء الموافقة العامة على المشاركين قد يجعل البلدان الأفريقية تناقِض بلدانًا أخرى يشيع فيها تطبيق هذا الشرط فيما يتعلق بأبحاث الجينوم. ويمكن لذلك أيضًا أن يعقِّد تخزين العينات في البنوك البيولوجية المجهزة لمشارَكة العينات والبيانات المستقاة منها، على اعتبار أنها مَورِد بحثي يمكن استخدامه لعقود، أو حتى لقرون مقبلة.

وحول ذلك، في حديث مع دورية *Nature*، قالت جينيفر تروير، مديرة برنامج المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة في "مبادرة الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا"، إنّ البرنامج يوصي بإعطاء الموافَقة العامة، كي يمكن تضمين البيانات الجينومية الأفريقية في التحليلات العالمية. وتعلل تروير لهذا بقولها إنه من دون الحصول على الموافقة العامة الخاصة بالمشاركين، قد تُستثنى هذه البيانات من التحليلات المستقبلية. وتضيف قائلة: "هذا سيزيد الفجوة المعرفية عن المجتمعات التي لا تحظى بتمثيل كافٍ في مجموعات البيانات المتاحة".

ويقول أمبرواز وونكام، عالِم الجينات من جامعة كيب تاون في جنوب أفريقيا، وعضو اللجنة التي وضعت التقرير، إن خبراته تؤكد أن أغلب المشاركين في الدراسات سيختارون الدرجة الأرحب من درجات الموافقة. فالفكرة وراء الموافقات المتدرجة ليست الحد من استخدام البيانات، بل خَلْق منظومة تفاعُل تعزز بناء علاقة قائمة على الثقة مع المشاركين في الدراسات. ويُردِف وونكام، وهو رئيس مشارك في ائتلاف "مبادرة الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا" وباحث مشارك في أحد مشروعات المبادرة، قائلًا: "إذا تواصلنا حقًّا مع المرضى، وأشركناهم في اتخاذ القرارات، فسنجد أنهم مهتمون بمشاركة بياناتهم". ويضيف أنّ اللجنة لا تعارِض الوصول المفتوح إلى البيانات العلمية، بل في واقع الأمر تتبنى موقفًا مغايرًا تمامًا لذلك.

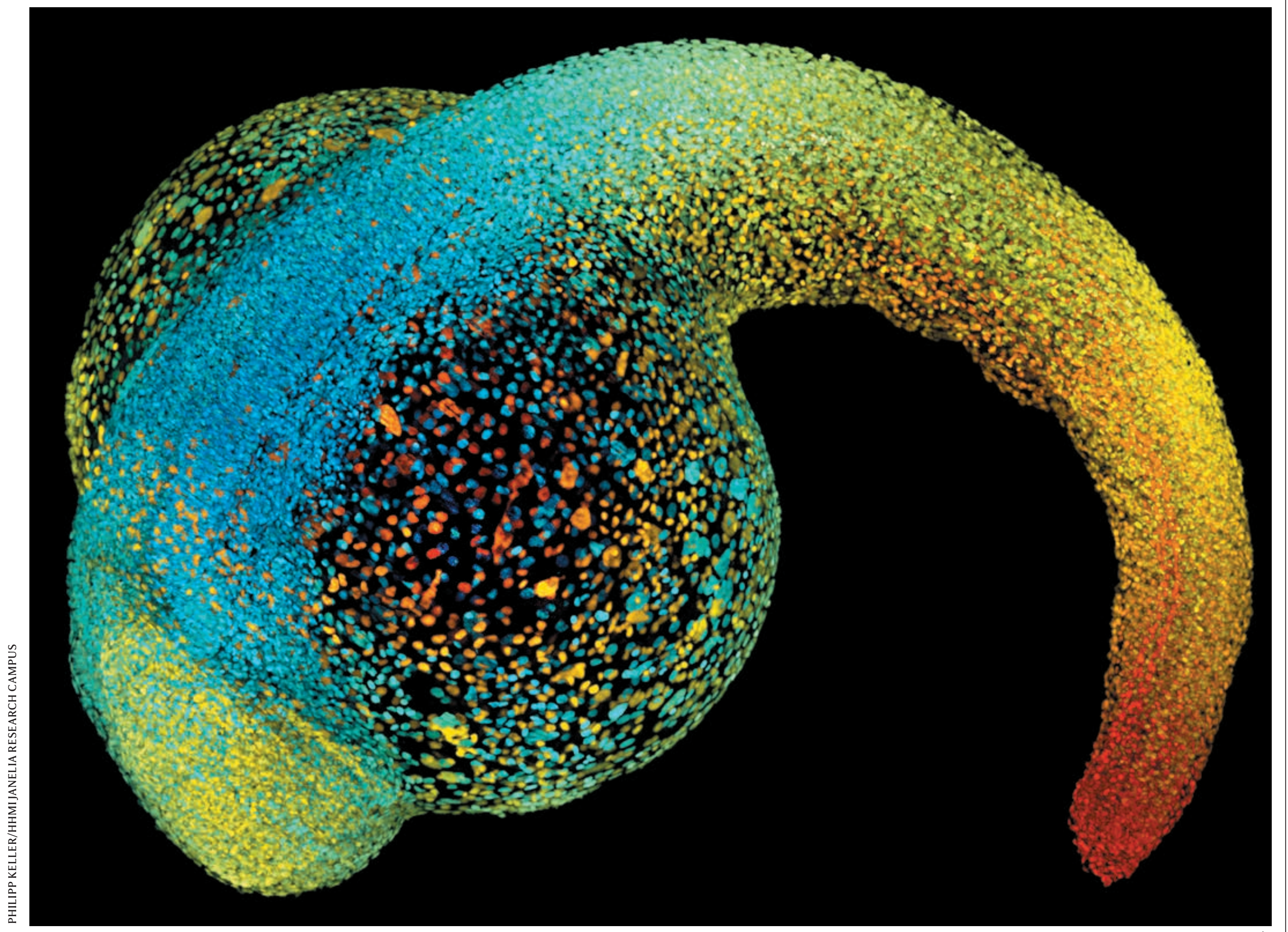
ويؤكد وونكام على ذلك بقوله: "لا أظن أنّ أيًّا منا يملك أي رغبة في منع الوصول إلى البيانات العلمية"، لكنّ هذا الانفتاح لا يمكن أن يأتي على حساب الأبحاث التي يثق فيها المشاركون ويدعمونها، وهي مسألة يرى وونكام أنها بالغة الأهمية في أفريقيا في ضوء تاريخ القارة مع الاستعمار.



HUGH SITTON/GETTY

التوجيهات الأخلاقية قد تخدم احتياجات الجهات المموِّلة، لا المشاركين في الأبحاث.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


PHILIPP KELLER/HHMI JANELIA RESEARCH CAMPUS

سَلّطت الدراسات عن الأجنة -مثل جنين سمكة الدانيو المخطط الموضح بالصورة- الضوء على الدور الذي تؤديه عوامل مؤثرة في الخصائص البيولوجية.

القوى المحرِّكة للحياة

علماء يسعون لإحراز تقدم في فك غموض دور العوامل الميكانيكية المؤثرة في الجسم، بدءًا من تكوُّن الجنين، حتى البلوغ. **بقلم آمبر دانس**

في بدايات تَكَوُّن الجنين، لا يمكن تمييز جزء أمامي أو خلفي للمضغة الجنينية، ولا رأس، ولا ذَنَب، إذ تكون هذه المضغة مجرد كُرة من الخلايا، ولكنْ سرعان ما تطرأ تغيُّرات على هذه الكتلة اللينة، ويتجمع سائل في منتصف الكرة، وتتدفق الخلايا كالعسل، لتشغل مواضعها من الجسم الذي سيتشكل في المستقبل. وتُطوَى طبقات من الخلايا على غرار فن الأوريجامي الياباني، كي تنشئ القلب، والأحشاء، والدماغ.

ولا يمكن أن تحدث أيّ عملية من هذه العمليات، دون عوامل مؤثرة تعمل على ضَغْط الحيوان الذي في طَوْر التكوُّن، وثَنْيه، وشدّه، كي يتخذ شكله النهائي. وحتى عندما يصل الحيوان إلى مرحلة البلوغ، تُواصِل خلاياه الاستجابة لعوامل الدفع والجذب هذه، التي تنجم عن تأثير من الخلايا نفسها، وكذلك عن عوامل من الطبيعة.

ومع ذلك، فإن الطريقة التي تتكوَّن بها أجسامنا وأنسجتنا وتتخذ أشكالها لا تزال تمثل "أحد أهم ألغاز عصرنا، التي يشوب القصور فَهْمنا إياها حتى الآن"، حسب ما ذكرته اختصاصية الأحياء التطورية إيمي شاير، التي تدرس التشكّل الحيوي في جامعة روكفِلر بمدينة نيويورك. فعلى مدار عقود من الزمان، انصبّ تركيز اختصاصيي الأحياء على دراسة الآلية التي تعمل بها الجينات وغيرها من الجزيئات حيوية المنشأ على تشكيل أجسادنا. ويرجع ذلك في الأساس إلى أن الأدوات اللازمة لتحليل إشارات هذه العملية متوفرة بالفعل، وتشهد تحسينات مستمرة، بيد أن القوى الميكانيكية التي تسهم في هذا التشكُّل كان حظّها من الاهتمام أقل كثيرًا.

ودراسة الجينات والجزيئات حيوية المنشأ فقط "يشبه محاولة صوغ كتاب باستخدام نصف حروف الهجاء فقط"، على حد تعبير خافيير تريبات، اختصاصي الميكانيكا الحيوية من معهد كاتالونيا للهندسة الحيوية في برشلونة بإسبانيا.

لذا، على مدار العشرين عامًا المنصرمة، بدأ مزيد من العلماء يولون اهتمامًا بالدور المهم الذي تلعبه القوى الميكانيكية في مجموعة متنوعة من المراحل التطورية، وفي مختلف الأعضاء الحيوية، والكائنات الحيّة. وشرع باحثون في الوقوف على الآليات التي تستشعر بها الخلايا التأثيرات المختلفة، وتستجيب لها، وتولّدها. وقد تمكنوا من ذلك عن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طريق ابتكار أدوات وحيل لهذا الغرض، تدخل فيها تقنيات الليزر، والماصّات الميكروية، والجسيمات المغناطيسية، والمجاهر المصممة لهذه الغاية. واليوم، يدرس أغلب الباحثين الإشارات الميكانيكية باستخدام خلايا أو أنسجة مستزرعة في طبق، بيد أن عددًا قليلًا من الفرق البحثية يدرس الحيوانات بأكملها، وأحيانًا ما تكتشف هذه الفرق اختلاف المبادئ التي تؤثر في التشكُّل الحيوي للحيوانات عن تلك التي تتضح من دراسات الأنسجة المعزولة. وتصاحب هذه الدراسات المختبرية تحديات كثيرة، منها أنها تقيس قدرًا ضئيلًا من التأثيرات التي تعتمل في الأنسجة المعقدة، إلا أن هذه الدراسات محورية في فهم الدور الذي تؤديه قوى مؤثرة في تشكيل ملامح الحياة، حسب قول روبيرتو مايور، اختصاصي الأحياء التطورية من كلية لندن الجامعية.

ولما بدأت فرق من العلماء تتغلب على هذه التحديات بفضل إصرارها، لاحظت وجود عوامل مؤثرة تلعب دورًا حاسمًا في تشكيل الخصائص البيولوجية للحيوانات، بدءًا من المراحل الأولى لنشوء المضغة الجنينية، حتى الأمراض التي تصيب الحيوان في مراحل حياته التالية. وربما تساعد هذه المعلومات العلماء في المستقبل على تصميم تدخلات علاجية أفضل لحلّ مشكلات معينة، مثل العقم، أو السرطان.

وفي ذلك الصدد، يقول توما لوكوِي، اختصاصي الأحياء التطورية من معهد مرسيليا للأحياء التطورية بفرنسا: "يُتوقع وجود قُوى تلعب دورًا في كل حالة تتأثر فيها هيئة الكائن".

عوامل مؤثرة من البداية

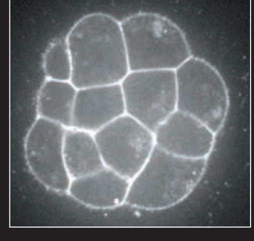
قبل أن يتخذ الجنين شكله، عليه أولًا كسر التناظُر الذي يميز كرة الخلايا الملساء سالفة الذكر. وتجدر الإشارة إلى أنه بعد أن بدأ العلماء في فك شفرة الضوابط الجينية والكيميائية التي تتحكم في هذه العملية، أخذوا في جمع المزيد من المعارف حول القوى الميكانيكية المؤثرة فيها. يقول جان-ليون مِتر اختصاصي الأحياء من معهد كيوري بباريس: "شيئًا فشيئًا، تتجمع معالم الصورة الكاملة للدور الذي تؤديه القوى الميكانيكية في النمو". وعلى سبيل المثال، للخصائص الفيزيائية، مثل ضغط السوائل وكثافة الخلايا، دور محوري خلال تشكيل أجنة الثدييات لمقدمات أجسادها، وظهورها، ورؤوسها، وأذنابها.

دَرَس فريق اختصاصي الأحياء جان-ليون مِتر الكيفية التي ينشأ بها تجويف كبير مليء بالسوائل، يسمى "اللُّمعة" Lumen من كرة الخلايا البدئية التي تتألف منها أجنة الفئران في مراحلها الأولى. وتبين أنه مع امتلاء هذا التجويف بالسوائل، تندفع معًا الخلايا التي ستكوّن الجنين إلى أحد الجوانب. وتضمن هذه الخطوة الأولى لكسر تناظُر المضغة الجنينية انغراس الجنين في جدار الرحم بشكل صحيح، كما تنظّم أي جانب من الجنين سيشكّل ظهره، وأي جانب سيشكّل بطنه، بيد أنه لم يتضح كيف يتكون هذا التجويف ويتحدد موضعه في الجنين (انظر الشكل "ضغوط محفزة للنمو").

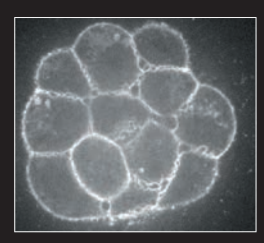
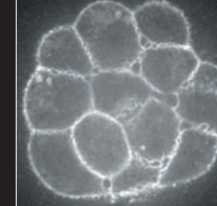
وعندما قام فريق جان-ليون مِتر بتصوير هذه العملية بالتفصيل، وقع على اكتشاف غير متوقع. ويوضحه جان-ليون مِتر قائلًا: "لاحظنا فقاعات صغيرة، أو جيوب الماء الصغيرة هذه التي تتكون بين الخلايا. وهي تختفي سريعًا، حتى إنك قد تفوت عليك ملاحظتها إذا لم تتمكن من التقاط الصور بالسرعة الكافية". ويأتي السائل في هذه الفقاعات من السائل المحيط بالمضغة الجنينية[1]، الذي يُدفع إلى داخل الفقاعات، نظرًا إلى أن تركيز جزيئات الماء خارجها أعلى. بعد ذلك، لاحظ الفريق ماءً يتدفق من كل من هذه الفقاعات، ربما عبر الفجوات بين الخلايا ليشكل لُمعة أو جوفًا وحيدًا في المضغة، حسبما يعتقد مِتر.

ضغوط محفزة للنمو

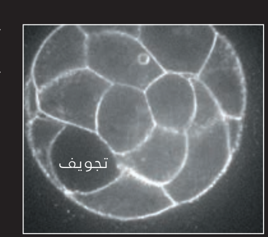
تتشكل أجنة الثدييات بفعل قوى ناتجة عن فقاعات من الماء المضغوط؛ حيث ترتب الخلايا في المضغة الجنينية نفسها حول تجويف، بحيث تعزل الخلايا التي ستكوّن الجنين، وتظهر فقاعات الماء المضغوط هذه، ثم تتجمع لتشكيل هذا الترتيب الخلوي.

تبدأ المضغة الجنينية على هيئة كُرة صغيرة من الخلايا.

تتكوّن فقاعات من الماء بين الخلايا، لتفصل بين أجزاء المضغة الجنينية.



تبدأ الفقاعات في التجمع لتشكيل تجويف كبير وحيد، بحيث تترك الخلايا التي تكون الجنين في المستقبل عند أحد الجوانب.

SOURCE: REF. 2

وقد تحقق الباحثون من الكيفية التي تَحْدُث بها هذه العملية بدراسة البروتينات المنتشرة عبر الفجوات بين الخلايا، وتتصل ببعضها البعض كي تلصق الخلايا معًا بإحكام[2]. فمع ظهور هذه الفقاعات، بدا أن هذه البروتينات اللاصقة تتكسر خلال ابتعاد الخلايا عن بعضها البعض. وقد كانت الخلايا التي احتوت على بروتينات لاصقة أقل أسهل في دفعها إلى الابتعاد عن بعضها بعضًا.

"دراسة الجينات والجزيئات حيوية المنشأ فقط يشبه محاولة صوغ كتاب باستخدام نصف حروف الهجاء فقط".

ويقول جان-ليون مِتر إن هذه أول ملاحظة مرصودة تفيد بوجود سائل مضغوط قادر على تشكيل الجنين عن طريق تكسير الروابط بين الخلايا، ويتساءل: لماذا إذَن تُجبِر المضغة الجنينية خلاياها على الابتعاد عن بعضها بعضًا من أجل تشكيل الجنين؟ يعلق على ذلك قائلًا: "لا شك أن هذه طريقة محفوفة بالمخاطر، ولا تتم عن كفاءة"، لكنه يرى أن أغلب الظن أن هذه الاستراتيجية لم تتطور لأنها الحلّ الأمثل لهذه المشكلة، وإنما لأنها "جيدة بالدرجة الكافية". وتنعقد آماله على أن الوصول إلى فهم أكبر للآليات الميكانيكية الجنينية، التي يدرسها فريقه الآن في الخلايا البشرية، قد يساعد عيادات التخصيب المعملي في التعرّف على الأجنة الممكن استزراعها من أجل نجاح الحمل.

وفي مرحلة لاحقة من عملية النمو، تخرق المضغة الجنينية تناظرها في اتجاه آخر، ليتمايز الرأس عن الذَّنَب. ومن هنا، تتبع أوتجر كامباس، اختصاصي الفيزياء الحيوية من جامعة كاليفورنيا، في مدينة سانتا باربرا الأمريكية، عملية نمو الذَّنَب لدى أجنة سمك الدانيو المخطط (Danio rerio)[3]. وقام فريقه بقياس القوى المؤثرة على هذه العملية عن طريق حقْن قطيرات زيت محمّلة بجزيئات نانوية مغناطيسية في المساحات بين الخلايا، ثم استخدم الباحثون مجالًا مغناطيسيًّا لتغيير شكل القطيرات، بحيث يمكنهم قياس كيف تتفاعل الأنسجة مع عملية دفع الخلايا هذه، فاكتشفوا أن طرف الذَّنَب النامي كان في حالةٍ يصنّفها الفيزيائيون بأنها "سائلة"، إذ كانت الخلايا به تنساب بحُرّية، وعندما تعرضت لضغط، تغيّر شكل نسيج الذَّنَب بسهولة. وبالابتعاد عن طرف الذيل، وجد العلماء أن صلابة أنسجة الأجنة قد تزايدت. ويعود كامباس بذاكرته إلى هذا الاكتشاف قائلًا: "وَعَيْنا إلى أن الذيل يتصلب، لكننا لم نعرف الآليّة التي تسبب ذلك".

لم يكن بين الخلايا ما يمكن أن يضفي صلابة، إذ لم تكن هناك جزيئات بينها تشكِّل مصفوفة بنيوية، بيد أنه عندما قاس الباحثون المساحات بين الخلايا، اكتشفوا أنها كبيرة جدًّا في طرف الذَّنَب الليّن، لكنها كانت أصغر بالقرب من الرأس[4]. وعند تزاحم الخلايا مع بعضها، تصلّب النسيج. يشبّه كامباس هذا التحوُّل بتعبئة حبوب القهوة في حقائب، فالحبيبات تتدفق بحُرّية إلى داخل الحقيبة، لكنها تتكدس بعدئذ إلى حد أن ملمس الحقيبة الممتلئة يبدو صلبًا كالحجر. ويخطط كامباس لدراسة ما إذا كانت هذه الآلية مسؤولة عن تكوين بِنى جنينية أخرى، مثل براعم الأطراف، أم لا.

تكوين القلب والدماغ

بمجرد أن يتحدد مخطط تكوُّن الجنين، يبدأ تشكيل كل عضو من أعضائه. ويقول تيموثي سوندرز، اختصاصي الأحياء التطوّرية من جامعة سنغافورة الوطنية: "في الواقع، يُعَد فهْمنا لكيفية تكوّن الأعضاء الداخلية غير واف"، علمًا بأنّ (الاستثناء الوحيد الذي أشار إليه هو الأحشاء).

وهذا الوضع بصدد أن يتغير. فعلى سبيل المثال، دَرَس فريق سوندرز تكوُّن القلب لدى أجنة ذبابة الفاكهة *Drosophila*، ووجد أن ثمة حدثًا حاسمًا يقع عندما تلتقي قطعتان من النسيج لتكوين أنبوب يصبح القلب في نهاية المطاف، فكل من هاتين القطعتين تحتوي على نوعين من خلايا عضلة القلب، ويجب أن تلتصقا بشكل صحيح، بحيث تتطابقان عند اقترانهما من أجل تكوُّن قلب سليم. وعن ذلك، يقول سوندرز: "لاحظنا في كثير من الأحيان عدم اتساق في شكل القطعتين، يتم تصحيحه بعد ذلك، فما المسؤول عن هذا التصحيح؟".

اتضح أن هذه النتيجة تنشأ بتأثير من داخل خلايا القلب نفسها، حيث يوجد بروتين يُطلق عليه ميوسين 2، وهو قريب الشبه بالبروتين المسؤول عن انقباض الخلايا العضلية. وقد عُرف عنه أنه يتدفق من منتصف كل خلية إلى حافتها، جيئةً وذهابًا، خلال عملية الالتصاق. وقد تساءل شاوبو جانج –طالب الدراسات العليا آنذاك، الذي يستعد حاليًّا لتولي منصب بجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو، بعد نيله درجة الدكتوراة– حول ما إذا كان من المحتمل أن الميوسين يخلق قوةً تجذب بشدّة الخلايا المقترنة، بحيث تكسّر أي اتصال بين أنواع الخلايا غير المتطابقة، أم لا.

ولاختبار نظريته، قطع جانج الخلايا المقترنة باستخدام شعاع ليزر، فاندفعت الخلايا مبتعدة عن بعضها بعضًا، مثل رباط مطاطي مشدود انقطع بمقص. ويعقّب سوندرز على ذلك قائلًا: "لاحظنا عندئذ ارتدادًا

مبهرًا"، لكن عندما قطع الفريق الخلايا التي لا تحتوي على ميوسين 2، "لم يحدث أي شيء على الإطلاق"، إذ كان الميوسين، الذي يشبه في عمله أصابع تشدّ رباطًا مطاطيًّا من كلا الجانبين، يخلق قوة تجذب بشدّة روابط الاقتران بين الخلايا من الداخل[5]. وعندما تتكسر روابط اقتران الخلايا غير المتطابقة، تسنح لها فرصة أخرى لتجد نظيرًا مناسبًا للاقتران به.

ويمكن أيضًا أن يُعطي تكاثر الخلايا البسيط إشارات إلى الخلايا، بحيث تحثها على ترتيب مواضعها بشكل صحيح، وفقًا لما اكتشفه فريق باحثين من جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة لدى أجنة ضفدع القيطم *Xenopus*. فقد وعى هذا الفريق، الذي قاده اختصاصي الأحياء الفيزيائية كريستيان فرانز، إلى أنه في الوقت الذي تتصل فيه العين بالدماغ، تخرِج الخلايا العصبية للعين محاورها العصبية، وهي نتوءات طويلة تستخدمها الخلايا العصبية للتواصل مع بعضها البعض[6]، بحيث تمتد عبر مسار يتحدد بصلابة أنسجة الدماغ، فتتبع هذه المحاور العصبية الأنسجة الأقل صلابة، وصولًا إلى مركز في الدماغ المتكوِّن.

ولتحديد توقيت تكوُّن هذا المسار، وكيفية تشكُّله، صمم الفريق مجهرًا لأغراض هذه الدراسة، يمكنهم من متابعة العملية في الجسم الحي بينما يقيسون صلابة الأنسجة مجس ضئيل[7] في الوقت ذاته. ويقول فرانز، الذي يدير معهد الفيزياء الطبية وهندسة الأنسجة المصغرة في جامعة إرلَنجن-نورنبيرج في ألمانيا، إن الفريق لاحظ ظهور تدرّج في صلابة أنسجة الدماغ قبل حوالي 15 دقيقة من وصول المحاور العصبية إلى هذه الأنسجة، كي تتبع هذا التدرج.

كيف إذَن تكوّن هذا التدرج؟ كما في حال أذناب سمك الدانيو المخطط النامية، بدا أن النسيج الأكثر صلابة في أدمغة الضفادع يحتوي على الخلايا بكثافة أعلى. وعندما منع الفريق انقسام الخلايا في الأجنة النامية، لم يظهر تدرّج الصلابة هذا قط، وعجزت المحاور العصبية عن العثور على المسار الذي عليها أن تسلكه. من هنا، يبدو أن تكدُّس الخلايا يُعَد وسيلة سريعة وفعّالة لإرشاد تكوين الروابط العصبية في الجهاز العصبي وتوجيهه.

ضغوط متواصلة

يتحتم كذلك على الحيوانات مكتملة النمو أن تقاوم بعض العوامل المؤثرة فيها في أثناء مواصلتها النمو، أو لدى التغلُّب على الأمراض. فعلى سبيل المثال، عندما يتمدّد الجسم، ينمو الجلد كي يغطيه. ويستغلّ الجرّاحون هذه الميزة في جِراحات إعادة بناء الثدي، حيث تكون هناك حاجة إلى مزيد من الجلد لتغطية النسيج المخطط لاستزراعه. فأولًا، يُدخِل الجراحون "بالونًا"، ثم ينفخونه تدريجيًّا بمحلول ملحي على مدار عدة أشهر، بحيث يتمدّد الجلد الموجود، إلى أن ينمو جلد جديد يكفي لاستخدامه في جراحة ثانية.

والسؤال الآن: كيف تستجيب خلايا الجلد إلى هذا الضغط وتتكاثر؟ أجابت اختصاصية بيولوجيا الخلايا الجذعية ماريا سيليست أراجونا على هذا السؤال في أبحاثها في مرحلة ما بعد الدكتوراة في جامعة بروكسل الحرّة في بلجيكا، خلال عملها مع سيدريك بلانبين، إذ قامت بزرع كُريَّة من هُلام مائي ذاتي التمدّد تحت الجلد لدى فئران[8]. ومع امتصاص الهُلام المائي للسوائل، وصل إلى حجم نهائي يبلغ 4 ملِّيلترات، وتمدد الجلد من حوله. وفي غضون يوم واحد من زرع هذا الهلام، لاحظت أراجونا أن الخلايا الجذعية تحت الطبقة الخارجية من جلد الفئران بدأت في التكاثر، لتنتج بذلك المادة الخام التي بإمكانها التمايز والتحوُّل إلى جلد جديد.

غير أن الخلايا الجذعية لا تتكاثر جميعها استجابةً لهذا التمدد، إذ لم تبدأ سوى مجموعة فرعية -كانت غير مكتشَفة من قبل- في إنتاج خلايا جذعية جديدة بغزارة. وتعلّق أراجونا على ذلك قائلةً: "لا نعرف السبب حتى الآن". ويضيف بلانبين قائلًا إنّ فهْم هذه المنظومة قد يقودنا إلى اكتشاف أساليب من شأنها تحفيز نمو الجلد لأغراض الجراحات الترميمية، أو شفاء الجروح.

القوى الميكانيكية المؤثرة في سرطان الجلد

يمكن أن تفسر عوامل فيزيائية السبب وراء أن بعض الأورام السرطانية يكون حميدًا، في حين تنتشر في الجسم أنواع أخرى من الأورام، حسب دراسة أجراها فريق بحثي أمريكي.

عامل مؤثر

الأورام الغَزوِيّة

تكوِّن سرطانات الخلايا الحرشفية طبقة خارجية صلبة من الخلايا الغنية بالكيراتين، تجعل الأورام السرطانية تشكل قوة ضاغطة لأسفل. ويتسم الغشاء القاعدي لهذه السرطانات بأنه أقل سُمْكًا.

طبقة كيراتين جامدة

مع تمدُّد هذه الأورام، فإنها تُطوى بدلًا من تكوين براعم، وهو ما يزيد من قوة ضغطها، فتخترق الغشاء القاعدي.

الأورام غير الغَزوِيّة

تضغط سرطانات الخلايا القاعدية لأسفل على غشائها القاعدي، ولكنها تزيده سُمْكًا في أثناء قيامها بذلك، مما يكبح نموها.

خلايا سرطانية تنمو وتتكدس بكثافة

الغشاء القاعدي

تكوِّن الأورام نتوءات شبيهة بالبراعم، لكنها نادرًا ما تتسلل إلى مجرى الدم.

SOURCE: REF.9

كما تلعب الخواص الميكانيكية للأنسجة دورًا في النمو غير الطبيعي للخلايا، مثلما يحدث في الأورام السرطانية. يقول خافيير تريبات: "الأورام الجامدة أكثر صلابة من الأنسجة الطبيعية". ويرجع هذا في جزء منه إلى وجود زوائد من شبكة ليفيّة تحيط بالخلايا، يُطلَق عليها المصفوفة خارج الخلوية، وإلى أن خلايا الورم السرطاني نفسها تتكاثر". ويضيف تريبات: "هذه الصلابة تجعل الخلايا السرطانية أكثر خبثًا"، ويستطرد قائلًا إنه إذا استطاع العلماء فهْم السبب وراء ذلك، فربما يتمكنون من تصميم علاجات تعمل على تغيير تلك الخواص الفيزيائية، وتجعل الأورام السرطانية أقل خطورة.

> **"لاحظنا فقاعات صغيرة، أو جيوب الماء الصغيرة هذه التي تتكون بين الخلايا".**

وفي دراسة مشابهة، اكتشف باحثون من جامعة روكفلر القوى الميكانيكية التي تفسر كون بعض أنواع سرطانات الجلد حميدًا، وكون بعضها الآخر خبيثًا، إذ تتسبب خلايا الجلد الجذعية في نوعين مختلفين من السرطان: سرطان الخلايا القاعدية، الذي لا ينتشر متجاوزًا الجلد، وسرطان الخلايا الحرشفية الغَزوِيّ. وكلا النوعين يضغط على الغشاء القاعديّ أسفله، وهو طبقة من البروتينات البنيوية التي تفصل الطبقات الخارجية من الجلد عن النسيج الأعمق. وفي حين أن ورم الخلايا القاعدية الحميد نادرًا ما يخرق الغشاء القاعدي، فإن نظيره الأكثر شراسة غالبًا ما يتسلل عبر هذا الغشاء ليطوف في الجُملة الوعائية، ويستقر في أعضاء أخرى من الجسم (انظر الشكل "القوى الميكانيكية المؤثرة في سرطان الجلد").

وقد اكتشفت إلين فوكس، وفِنسنت فيوري، اختصاصيا أحياء الخلايا الجذعية، في إطار دراساتهما لجلود الفئران، أن الأورام السرطانية الحميدة كونت غشاءً قاعديًّا أكثر سُمْكًا وليونة من نظيرتها الخبيثة. وقد شابه هذا الغشاء القفاز في احتوائه لخلايا الورم عندما كانت تضغط على ما أسفلها. أما الورم الأكثر شراسة، فكان يحفز نشأة غشاء قاعدي أقل سُمْكًا.

وقد تبين أن قوة ضاغطة علوية قد ساعدت على هروب الخلايا الغَزويّة؛ فسرطانات الخلايا الحرشفية تكوِّن طبقة صلبة من خلايا الجلد المتمايزة، يُطلَق عليها "لؤلؤة الكيراتين". وبالضغط على أعلى الورم السرطاني، تساعد هذه اللؤلؤة الورم في اختراق الغشاء القاعدي الرقيق، كقبضةٍ تهشِّم زجاجًا[9].

وتقول فوكس إنه قبل هذه الدراسة كان الباحثون يفترضون أن خلايا الجلد المتمايزة، التي تحمل هويات ثابتة، لا يمكنها توليد قوى ميكانيكية. وتضيف قائلة: "أعتقد أن هذه كانت المفاجأة الكبرى".

وتخطط فوكس وفيوري لاحقًا لدراسة الكيفية التي تستشعر بها الخلايا تلك القوى الميكانيكية، وكيف تحوّلها إلى برنامج تعبير جيني، من شأنه إما إنتاج غشاء قاعدي آخر، أو تعزيز التمايز.

ويقول ألان رودريجز، اختصاصي البيولوجيا التطوّرية من جامعة روكفلر، إن العلاقة بين قوى التأثير في الجسم والجينات هي مسألة محورية، وليست قضية ذات صلة بسرطانات الجلد فحسب. ويضيف قائلًا: "يبحث علم الميكانيكا في أسئلة أكثر عمقًا، تتمثل في حقيقة الأمر في علاقة ذلك بالجزيئات".

ويدرس باحثون آخرون أيضًا هذه العلاقة. فعلى سبيل المثال، يقول لوكوي: "ليست الجينات وحدها هي المسؤولة عن كل شيء، كما تعلمون، ولا القوى الميكانيكية أيضًا. وسيكون الحوار بين المجالين مثيرًا للاهتمام".

آمبر دانس صحفية علمية مقيمة في لوس أنجيليس بولاية كاليفورنيا الأمريكية.

1. Schliffka, M. F. *et al.* Preprint at bioRxiv https://doi.org/10.1101/2020.09.10.291997 (2020).
2. Dumortier, J. G. *et al. Science* **365**, 465–468 (2019).
3. Serwane, F. *et al. Nature Methods* **14**, 181–186 (2017).
4. Mongera, A. *et al. Nature* **561**, 401–405 (2018).
5. Zhang, S., Teng, X., Toyama, Y. & Saunders, T. E. *Curr. Biol.* **30**, 3364–3377 (2020).
6. Koser D. E. *et al. Nature Neurosci.* **19**, 1592–1598 (2016).
7. Thompson, A. J. *et al. eLife* **8**, e39356 (2019).
8. Aragona, M. *et al. Nature* **584**, 268–273 (2020).
9. Fiore, V. F. *et al. Nature* **585**, 433–439 (2020).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



LISELOTTE SABROE/RITZAU SCANPIX/AFP/GETTY

أطفال من كوبنهاجن يلعبون خلال تفشي جائحة فيروس "سارس-كوف-2"، حيث تصيب الفيروسات المتوطنة البشر غالبًا في مرحلة الطفولة.

فيروس كورونا سيصبح متوطنًا

وفقًا لاستطلاع رأي أجرته دورية *Nature*، يتوقع علماء كثيرون أن فيروس "سارس-كوف-2" لن يزول عن قريب، لكنْ يمكن أن تقل خطورته بمرور الوقت. **بقلم نيكي فيليبس**

على مدار فترة طويلة من العام الماضي، لم يعكّر فيروس كورونا صفو الحياة في ولاية أستراليا الغربية، حيث كان الأصدقاء يجتمعون في الحانات، والأقارب يُقبِّلون ويحتضنون بعضهم بعضًا، والأطفال يرتادون المدارس، دون ارتداء كمامات الوجه، ودون اضطرار إدارات المدارس إلى التحقق من درجة حرارة كل منهم. وقد حافظت الولاية على هذا الوضع الذي قد تُحسد عليه عن طريق فرض قيود مكثفة على السفر، وإنفاذ تدابير الإغلاق، وتقييد الانتقالات. على سبيل المثال، فرضت مناطق تدابير إغلاق بشكل عاجل في مطلع العام، بعد أن أشارت عينة فحص طبي إلى إصابة بالفيروس لدى أحد حرّاس الأمن في فندق خضع زواره ونزلاؤه للحجر الصحي، بيد أن هذه التجربة في ولاية أستراليا الغربية تقدم لمحة عن حياةٍ في مأمن من فيروس "سارس-كوف-2"، فإذا هدفت المناطق الأخرى، بمساعدة اللقاحات، إلى تطبيق استراتيجية مماثلة لتتمتع بحياة خالية من مرض "كوفيد-19"، فهل يستطيع العالَم أن يتخلص من الفيروس؟

إنه لحلم رائع يراودنا، لكن أغلب العلماء يعتقدون أنه بعيد المنال. ففي شهر يناير من العام الجاري، توجهت دورية *Nature* إلى أكثر من 100 اختصاصي مناعة واختصاصي فيروسات وباحث في شؤون الأمراض المعدية ممن يعملون على دراسات متعلقة بفيروس كورونا، وسألتهم عما إذا كان بالإمكان القضاء على الفيروس، فأجاب حوالي 90% منهم بأن الفيروس سيصبح متوطنًا، أي أنه سيواصل الانتشار في بؤر سكانية محددة من العالَم لسنوات قادمة (انظر الشكل "الفيروس سيغدو متوطنًا").

حول ذلك، يقول مايكل أوسترهولم، وهو اختصاصي أوبئة من جامعة مينيسوتا في مدينة مينيابولس الأمريكية: "إن مطمح القضاء تمامًا على هذا الفيروس ومحوه فورًا من على ظهر البسيطة يشبه إلى حد كبير محاولة التخطيط للصعود إلى القمر باستخدام سلم من الحجارة المتراصة. إنه ضرب من الخيال".

من زاوية أخرى، لا يعني الإخفاق في القضاء تمامًا على الفيروس استمرار الموت، أو المرض، أو العزلة الاجتماعية بالمستويات التي شهدناها حتى الآن، فالمستقبَل سيعتمد اعتمادًا بالغًا على نوع المناعة التي سيكتسبها الأفراد من خلال العدوى، أو التطعيمات، وعلى التطوُّر الذي سيطرأ على الفيروس. على سبيل المثال، تتسم فاشيات فيروسات الإنفلونزا، وكذلك فيروسات كورونا الأربعة التي تصيب البشر بنزلات البرد العادية بأنها متوطنة. لكن الجمْع بين التطعيمات السنوية والمناعة المكتسبة يجعل المجتمعات تتحمل حالات الوفاة والأمراض المتكررة موسميًّا التي تتسبب فيها هذه الفيروسات، دون الاضطرار إلى فرض تدابير الإغلاق، وارتداء الكمامات، وتطبيق قواعد التباعد الاجتماعي.

وقد ذهب أكثر من ثلث العلماء الذين أجابوا على استطلاع دورية *Nature* إلى أنه قد يمكن القضاء على فيروس "سارس-كوف-2" في بعض المناطق، لكنه سيواصل انتشاره في مناطق أخرى. وحتى في المناطق الخالية من مرض "كوفيد-19"، سيستمر خطر اندلاع حالات تفشٍّ له، لكن قد يمكن احتواؤها سريعًا عن طريق مناعة القطيع، إذا جرى تطعيم معظم الأفراد. يقول كريستوفر داي، اختصاصي الأوبئة من جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة: "أظن أن مرض «كوفيد-19» سيزول من بعض البلدان، لكنْ سيبقى هناك خطر (قد يكون موسميًّا) يهدد بانتشاره مجددًا من خلال الأماكن التي لم تشملها التطعيمات، والبقاع التي لم تكن تدابير الصحة العامة فيها مُحكمة بالدرجة الكافية".

وتقول أنجيلا راسموسن، وهي اختصاصية فيروسات من جامعة جورجتاون، مقيمة في مدينة سياتل بولاية واشنطن الأمريكية: "من المرجح أن يصبح الفيروس متوطنًا، لكن يصعب التنبؤ بالنمط الذي سيسلكه في ذلك". وستتحدد بناءً على ذلك التكاليف التي سوف تتكبدها المجتمعات لمكافحة الفيروس على مدار خمس سنوات، أو عشر، أو حتى خمسين سنة قادمة.

عدو من الطفولة

بعد مضيّ خمس سنوات من الآن، عندما يتصل شخص ما من مركز رعاية أطفال بأحد أولياء الأمور ليخبره بأن طفله مصاب برشح أنفي وحمى، حينها قد تبدو جائحة "كوفيد-19" وكأنها ذكرى من زمن بعيد، لكن ثمة احتمال وارد بأنْ يكون فيروس "سارس-كوف-2" الذي أودى بحياة

أكثر من مليون ونصف مليون شخص في هذه الجائحة في عام 2020 هو وحده المسؤول عن تلك الأعراض.

وهذا أحد السيناريوهات التي يتوقعها العلماء مع هذا الفيروس. فهو لا يزال منتشرًا من حولنا، لكنْ ما أن يكتسب الأفراد قدرًا من المناعة لمقاومته، إما من خلال العدوى الطبيعية، أو التطعيمات، فلن يُصابوا حينها بأعراض شديدة. وسيتحول الفيروس إلى عدو واجهه الطفل لأول مرّة في مرحلة الطفولة المبكرة، حيث يتسبب عادةً في عدوى طفيفة، أو لا يُحْدِث أي أعراض على الإطلاق، حسب ما ذكرته جيني لافين، الباحثة المتخصصة في الأمراض المعدية من جامعة إيموري بأتلانتا في ولاية جورجيا.

ويطرح العلماء هذا الاحتمال لأن هذا هو دأب فيروسات كورونا المتوطنة الأربعة الأخرى، التي يُطلق عليها OC43، و229E، وNL63 وHKU1. ومن المرجح أن ثلاثة على الأقل من هذه الفيروسات كانت منتشرة بين الجماعات البشرية لمئات السنين، حيث إن اثنين منها مسؤولان عن 15% تقريبًا من أمراض عدوى الجهاز التنفسي التي يُصاب بها الإنسان. وباستخدام بيانات من دراسات سابقة، طوّرت لافين وزملاؤها نموذجًا يبيّن آليات مرض معظم الأطفال دون سن السادسة لأول مرّة بهذه الفيروسات، وكيف يكتسبون مناعة لمقاومتها[1].

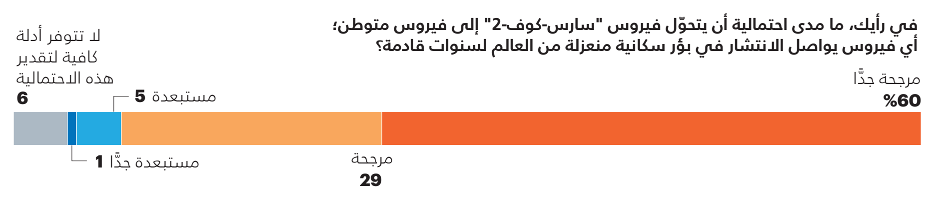
وتعقِّب لافين قائلة في هذا الصدد إن الدفاعات ضد المرض تضعف بسرعة بالغة، بحيث لا تكفي لتقي الجسم تمامًا من تجدد الإصابة بالعدوى، لكن يبدو أن هذه الدفاعات تحمي البالغين من الاعتلالات التي تسببها الإصابة. وتكون العدوى الأولى طفيفة نسبيًّا، حتى لدى الأطفال.

ولم يتضح حتى الآن ما إذا كانت الاستجابات المناعية ضد فيروس "سارس-كوف-2" ستسلك المنحى نفسه، أم لا، وإنْ كانت دراسة كُبرى أُجريت على أشخاص أُصيبوا بمرض "كوفيد-19" تشير إلى أن مستويات الأجسام المضادة المحيِّدة للفيروس لديهم -التي تساعد على منع تجدُّد الإصابة بالعدوى- تبدأ في التراجع بعد مضي فترة تتراوح من ستة إلى ثمانية أشهر[2]، إلا أن أجسامهم تنتِج أيضًا الخلايا المناعية البائية الذاكِرة التي يمكنها بدورها تصنيع أجسام مضادة عند الإصابة بعدوى جديدة. وفضلًا عن ذلك، تصنِّع أجسامهم الخلايا التائية التي يمكنها القضاء على الخلايا المصابة بالفيروس، حسب ما أدلت به دانييلا فايسكوبف، اختصاصية المناعة من معهد لاهويا لعلم المناعة في كاليفورنيا، التي شاركت في وضع الدراسة. ومع ذلك، فحتى الآن، تظل هناك حاجة إلى إثبات ما إذا كانت هذه الذاكرة المناعية تستطيع الوقاية من الإصابة مجددًا بالفيروس، أم لا، بالرغم من وجود حالات موثَّقة لتكرار الإصابة به. وقد تعزِّز سلالات الفيروس المتحوِّرة الجديدة تجدُّد الإصابة به، التي لا يزال تكرارها نادر الحدوث.

ولا تزال فايسكوبف وزملاؤها يتقصّون تكوُّن الذاكرة المناعية ضد الفيروس لدى الأشخاص المصابين بمرض "كوفيد-19"، بهدف اكتشاف ما إذا كانت تستمر لديهم، أم لا. وتقول فايسكوبف إنه إذا اكتسب أغلب الأفراد مناعة على مدار حياتهم ضد الفيروس، إما عن طريق العدوى الطبيعية، أو التطعيمات، فحينها سيكون من المستبعَد أن يصبح الفيروس متوطنًا، بيد أنه ربما تضعف المناعة ضد الفيروس بعد مضي عام أو عامين. وتوجد بالفعل بعض الدلائل التي تشير إلى أن الفيروس يمكن أن يتطوّر للإفلات منها. ويذهب أكثر من نصف

الفيروس سيغدو متوطنًا

في استطلاع رأي أجرته دورية *Nature*، أعرب 89% من العلماء عن اعتقادهم بأن فيروس "سارس-كوف-2" من المرجح -أو من المرجح جدًّا- أن يتحوّل إلى فيروس متوطن.



في رأيك، ما مدى احتمالية أن تنجح جهود القضاء على فيروس "سارس-كوف-2" في بعض المناطق؟

مرجحة جدًّا	مرجحة	مستبعدة	مستبعدة جدًّا	لا تتوفر أدلة كافية لتقدير هذه الاحتمالية
14%	25	35	17	10

شارك في استطلاع الرأي 119 اختصاصي مناعة واختصاصي فيروسات وباحثًا في الأمراض المعدية من 23 بلدًا. ولا يبلغ مجموع النسب المئوية 100% بسبب تقريب الأرقام.

SOURCE: *NATURE* SURVEY

العلماء الذين أجابوا على استطلاع دورية *Nature* إلى أن ضَعْف المناعة سيكون أحد المحفّزات الرئيسة لتحوُّل الفيروس إلى متوطن.

وحيث إن الفيروس قد انتشر حول العالم، فربما يبدو من الجائز تصنيفه بأنه متوطن بالفعل، لكنْ لأنّ أعداد المصابين بالعدوى تُواصِل الارتفاع في جميع أنحاء العالم، وأيضًا لأن عددًا كبيرًا جدًّا من الأفراد لا يزالون معرضين لخطر العدوى، فالعلماء، حتى الآن، يصنّفون الفيروس على أنه ما زال في مرحلة الجائحة. وتقول لافين إنه في مرحلة الداء المتوطن، يصبح عدد حالات الإصابة بالعدوى ثابتًا نسبيًّا على مدار السنوات، على أنه يرتفع ارتفاعًا حادًّا مفاجئًا من وقت إلى آخر.

وتضيف لافين أنه يمكن أن يستغرق الوصول إلى هذه الأعداد الثابتة بضع سنوات، أو حتى عقود، اعتمادًا على مدى سرعة اكتساب المجموعات السكانية للمناعة ضد الفيروس. وسيكون السماح للفيروس بالانتشار دون قيود أسرع سبيل

> **"من المرجح أن يصبح الفيروس متوطنًا، لكن يصعب التنبؤ بالنمط الذي سيسلكه في ذلك".**

للوصول إلى تلك النقطة، لكن هذا الإجراء سيسفر عن وقوع ملايين عديدة من الوفيات. وتعلق لافين على ذلك قائلة: "سيكبدنا هذا المسار بعض الخسائر الفادحة. ولعل السيناريو الأفضل هو الاتجاه إلى التطعيمات".

اللقاحات ومناعة القطيع

تتوقع البلدان التي بدأت في توزيع اللقاحات المضادة لمرض "كوفيد-19" أن تشهد انخفاضًا سريعًا في الحالات الشديدة من هذا المرض، لكنَّ اكتشاف مدى فعالية هذه اللقاحات في خفض معدلات انتقال العدوى سيستغرق وقتًا أطول مما تتوقعه هذه البلدان. وتشير البيانات المستقاة من التجارب الإكلينيكية إلى أن اللقاحات التي تقي من العدوى المصحوبة بأعراض ربما تَحُول أيضًا دون انتقال الفيروس من الشخص المصاب إلى غيره من الأفراد.

فإذا نجحت اللقاحات في منع انتقال العدوى، واحتفظت بفعاليتها في مواجهة السلالات الأحدث من الفيروس، فربما سيكون في الإمكان حينها القضاء على الفيروس في المناطق التي يتلقى فيها عددٌ كافٍ من الأشخاص التطعيمات، بحيث يمكن لهذه المناطق حماية الأشخاص الذين لم يحصلوا على التطعيمات، ما يسهم في نهاية المطاف في تكوين مناعة القطيع. فاللقاح الذي يتسم بفعالية تبلغ نسبتها 90% في الوقاية من نقل العدوى قد يُستلزم أن يصل إلى 55% على الأقل من السكان، من أجل تحقيق مناعة قطيع مؤقتة، طالما أن بعض تدابير التباعد الاجتماعي -مثل ارتداء كمامات الوجه، وعمل الكثيرين من المنزل- ستظل نافذة من أجل السيطرة على انتقال العدوى، وذلك وفقًا لنموذج[3] طوّرته ألكسندرا هوجان من كلية إمبريال كوليدج لندن وزملاؤها. (وسيستلزم الأمر أن يصل اللقاح إلى 67% تقريبًا من السكان، من أجل تحقيق مناعة القطيع في حال رفع جميع تدابير التباعد الاجتماعي). أما إذا زاد معدل انتقال العدوى بسبب نشوء سلالة جديدة من الفيروس، أو إذا قلّت فعالية اللقاح في الوقاية من انتقال العدوى عن نسبة 90%، فسيجب حينها أن تزيد الرقعة التي تغطيها التطعيمات، من أجل تخفيف حدة انتشار الفيروس.

وحتى تطعيم نسبة قوامها 55% من السكان سيكون محفوفًا بالتحديات في كثير من البلدان، إذ يقول جيفري شامان، الباحث المتخصص في الأمراض المعدية من جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك: "سيستمر انتشار الفيروس، إذا لم يتلق الأفراد في بعض مناطق العالم تطعيمات ضده".

وإذا استمر توطُّن الفيروس في كثير من مناطق العالم، فمن المرجح أن تُستأنف حركة السفر العالمية عندما ينخفض عدد حالات العدوى الشديدة إلى مستويات تستطيع خدمات الصحة مواكبتها، وعندما يجري تطعيم نسبة عالية من الأشخاص المعرضين للإصابة بالعدوى الشديدة، حسب ما ذكره كريستوفر داي.

هل تشبه فيروسات "سارس-كوف-2" فيروسات الإنفلونزا؟

تُعَد جائحة الإنفلونزا التي ضربت العالَم في عام 1918، وأودت بحياة أكثر من 50 مليون شخص، المعيار الذهبي الذي تُقارَن به شدة جميع الجوائح الأخرى. فقد أشعل شرارة هذه الجائحة نوع من الفيروسات، يُطلق عليه فيروس "الإنفلونزا أ"، وقد نشأ في الأصل لدى الطيور. وحالات الإصابة بهذا النوع من الإنفلونزا التي وقعت منذ ذاك الحين، وما تلاها من جائحات الإنفلونزا، نتجت جميعها تقريبًا عن سلالات منحدرة من ذاك الفيروس الذي ضرب العالَم في عام 1918، إذ تنتشر هذه السلالات حول العالم، وتصيب ملايين البشر كل عام. وتندلع جائحات فيروسات الإنفلونزا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عندما يصيب أحد هذه الفيروسات مجموعة سكانية لم يسبق لها التعرُّض له. وبحلول الوقت الذي يصبح فيه الفيروس المسبب لإحدى جائحات الإنفلونزا موسميًّا، يكون عدد كبير من أفراد المجموعات السكانية التي يصيبها قد اكتسب قدرًا من المناعة لمقاومته، بيد أن الإنفلونزا الموسمية لا تزال تسبب قدرًا هائلًا من الخسائر سنويًّا، إذ تودي بحياة حوالي 650 ألف شخص سنويًّا.

ويعتقد جيسي بلوم، اختصاصي البيولوجيا التطوّرية من معهد فريد هتشينسون لبحوث السرطان في مدينة سياتل الأمريكية، أن فيروس كورونا الجديد ربما يسلك مسارًا مشابهًا؛ فيقول: "أرى حقًّا أن فيروس "سارس-كوف-2" سيصبح أقل خطورة، ويتحول إلى فيروس شبيه بفيروسات الإنفلونزا". وبالمِثل، يرى شامان وآخرون أن "سارس-كوف2-" يمكن أن ينتهي به المطاف إلى التحوُّل إلى فيروس موسمي يهاجمنا في فاشيات شتوية موسمية مثل فيروسات الإنفلونزا.

ويبدو أن فيروسات الإنفلونزا تتطوّر بسرعة أكبر كثيرًا من "سارس-كوف-2"، وهو ما يسمح لها بالتسلل والإفلات من دفاعات الجهاز المناعي. وهذه الخاصية هي السبب في أنه يجب تغيير تركيب لقاحات الإنفلونزا سنويًّا؛ وهو إجراء قد نكون في غنى عنه في حال فيروس "سارس-كوف-2".

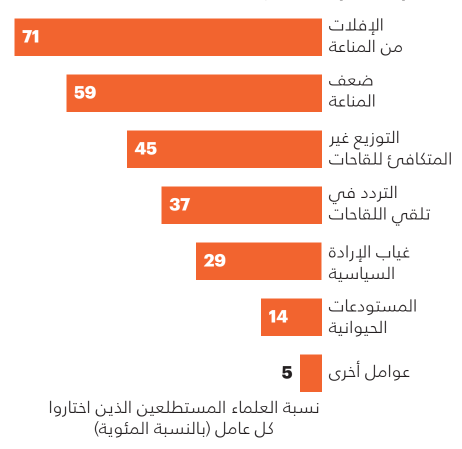
ومع ذلك، قد يكون فيروس كورونا الجديد قادرًا على الإفلات من المناعة المكتسبة عن طريق العدوى، بل يمكن أيضًا أن يتغلب على اللقاحات. وقد أظهرت بالفعل دراسات مختبرية أن الأجسام المضادة المحيِّدة للفيروس في دماء الأشخاص الذين سبقت إصابتهم بمرض "كوفيد-19" تقل قدرتها على التعرّف على سلالة من الفيروس، جرى اكتشافها لأول مرة في جنوب أفريقيا (يُطلق عليها "501Y.V2")، مقارنة بقدرتها على التعرُّف على السلالات التي انتشرت في وقت مبكر من الجائحة[4]. ولعل هذا يرجع إلى الطفرات التي طرأت على البروتين الشوكي في الفيروس، وهو المكوّن الذي تستهدفه اللقاحات. وتشير نتائج تجارب إلى أن هناك لقاحات ربما تقل فعاليتها في مقاومة سلالة "501Y.V2" عنها مع السلالات الأخرى، حتى إن بعض مبتكري اللقاحات يدرسون إعادة تصميم لقاحاتهم.

ومع ذلك، تقول لافين إن الجهاز المناعي يمتلك الكثير من الحيل الخفية، ويستطيع التصدي لخصائص عديدة لدى الفيروس، وليس البروتين الشوكي وحده. وتضيف قائلة: "من المرجح أن يضطر الفيروس إلى المرور بالكثير من الطفرات، كي يُفْقِد اللقاحات فعاليتها". كما تقول راسموسن إن التجارب المعملية الأوليّة تشير بدورها إلى أن اللقاحات تستطيع حماية الأشخاص المصابين بالسلالة "501Y.V2" من الحالات الشديدة من المرض الذي تسببه السلالة.

ويذهب أكثر من 70% من الباحثين الذين أجابوا على استطلاع دورية *Nature* إلى الاعتقاد بأن هذا الإفلات من المناعة سيكون عاملًا آخر محفّزًا لاستمرار انتشار الفيروس (انظر الشكل "العوامل المحفّزة لانتشار الفيروس"). ولن تكون هذه سابقة لأحد فيروسات كورونا التي تصيب البشر، ففي دراسة[5] لم تخضع بعد لمراجعة الأقران، أوضح بلوم وزملاؤه أن فيروس كورونا المتوطن من سلالة "229E" قد تطوّر إلى حد أن الأجسام المضادة المحيِّدة له في دماء الأشخاص الذين أصيبوا بهذه السلالة الفيروسية، التي انتشرت في أواخر ثمانينات القرن العشرين وأوائل التسعينات منه، باتت أقل فعالية بكثير في مقاومة السلالات الأحدث. كما تتكرر إصابة الأشخاص بعدوى السلالة "229E" على مدار حياتهم. ومن هنا، يظن بلوم أن درء السلالات التي تطورت للإفلات من المناعة المكتسبة سابقًا ربما يكون أكثر صعوبة، بيد أن العلماء

العوامل المحفّزة لانتشار الفيروس

طلبت دورية *Nature* من العلماء اختيار ثلاثة من أبرز العوامل التي من شأنها تحفيز انتشار فيروس "سارس-كوف-2" بين البشر، إذا تحوّل إلى فيروس متوطن.



يجهلون ما إذا كانت حالات تكرار العدوى تلك ترتبط بأعراض أسوأ، أم لا. ويقول بلوم: "أتوقع أنه على مدار سنوات عديدة ستؤدي الطفرات المتراكمة التي تطرأ على فيروس "سارس-كوف-2" إلى القضاء تدريجيًّا تمامًا على مناعة الأجسام المضادة المحيّدة له، كما شهدنا في حال فيروس "CoV-229E"، لكنني لا أستطيع أن أجزم قطعيًّا إلى أي مدى ستختلف معدلات الإصابة بفيروسي كورونا هذين عن بعضهما البعض".

ويعتقد بلوم أنه قد يلزم تحديث لقاحات فيروس "سارس-كوف-2"، ربما كل سنة، بيد أنه يرى أنه حتى مع وضع كهذا، من المرجح أن تؤدي المناعة المكتسبة -إما من تطعيم سابق، أو عن طريق العدوى- إلى تخفيف خطورة المرض. وتشير لافين إلى أنه حتى إذا تكررت إصابة الأشخاص بالعدوى، فلن تكون هذه مشكلة عويصة، فعلى غرار ما يحدث مع فيروسات كورونا المتوطنة، يبدو أن تكرار حالات الإصابة بالعدوى بشكل متواتر يعزّز المناعة ضد سلالات الفيروس، ولا يشعر المصابون عادة عندئذ سوى بأعراض طفيفة، لكن يرى شامان أنه من الوارد أيضًا ألا تقي اللقاحات بعض الأشخاص من الإصابة بأعراض شديدة، وفي تلك الحالة سيظل الفيروس يشكّل عبئًا على المجتمع.

شبيه لفيروس الحصبة

إذا نجحت لقاحات فيروس "سارس-كوف-2" في الوقاية من العدوى، ومنع انتقال المرض مدى الحياة، فربما يتحوّل الفيروس إلى ما يشبه فيروسات الحصبة. ويعلّق شامان على ذلك قائلًا: "لعل هذا السيناريو مستبعَد الحدوث، مقارنةً بالسيناريوهات الأخرى، لكنه لا يزال ممكنًا".

وفي حال لقاحات الحصبة بالغة الفاعلية، يحصل الشخص على جرعتين، وبعدها يصبح محصنًا مدى الحياة ضد فيروس الحصبة. من هنا، قُضي على هذا الفيروس في الكثير من المناطق حول العالم، بيد أنه قبل تطوير اللقاح المضاد له في عام 1963، فتكت موجات وباء الحصبة الكبرى بحوالي 2.6 مليون شخص سنويًّا، أغلبهم من الأطفال. وعلى عكس لقاحات الإنفلونزا، لم يلزم قط تحديث تطعيمات الحصبة، لأن الفيروس لم يتطوّر بعد بطرق تراوغ الجهاز المناعي.

ولا يزال داء الحصبة متوطنًا في أجزاء من العالم، لا تتوفر فيها التطعيمات المضادة له بصورة كافية. ففي عام 2018، أودت موجة تفش عالمية جديدة للداء بحياة أكثر من 140 ألف شخص. ويمكن أن يتكرر موقف مشابه مع فيروس "سارس-كوف-2"، إذا رفض الناس تلقي اللقاحات. وقد كشف استطلاع رأي شمل أكثر من 1600 مواطن أمريكي عن أن أكثر من ربعهم سيرفض قطعًا -أو غالبًا- تلقي لقاح "كوفيد-19"، حتى إذا كان مجانيًّا، وثبتت سلامته (انظر: go.nature.com/3a9b44s). وحول ذلك، تقول راسموسن: "سيتحدد مدى نجاحنا في التعامل مع هذه المشكلات بعدد الأشخاص الذين سيحصلون على اللقاح، وعدد مَن سيظلون معرضين للعدوى".

المستودعات الحيوانية

كما سيعتمد مستقبل فيروس "سارس-كوف-2" على ما إذا كان سيستوطن مجموعة من الحيوانات البرية، أم لا. فعدد من الأمراض التي جرت السيطرة عليها لا يزال قائمًا، بسبب أن حيوانات تشكل مستودعات لهذه الأمراض، مثل الحشرات، توفّر فرصًا للممْرِضات كي تنتقل إلى البشر مرة أخرى. ومن بين هذه الأمراض: الحمى الصفراء، والإيبولا، وفيروس شيكونجونيا.

ولعل فيروس "سارس-كوف-2" قد نشأ بادئ الأمر في الخفافيش، لكنه ربما انتقل إلى البشر من خلال عائل وسيط. فالفيروس يستطيع بسهولة إصابة الكثير من الحيوانات، ومنها القطط، والأرانب، والقدّاد. كما أنه شديد العدوى بين حيوانات المنك، حتى إنّ الفاشيات الضخمة التي ضربت مزارع حيوانات المنك في الدنمارك وهولندا أدت إلى عمل تدابير للقضاء على أعداد غفيرة من هذه الحيوانات. وبالإضافة إلى ذلك، تنقَّل الفيروس بين حيوان المنك، والإنسان. ويقول أوسترهولم عن ذلك إن الفيروس إذا توطّن في مجموعة سكانية من الحيوانات البرية، وتمكّن من الانتقال مرة أخرى إلى البشر، فحينها ستكون السيطرة عليه بالغة الصعوبة. ويضيف: "لم يختفِ مرضٌ ظهر في تاريخ البشرية من على وجه الأرض، إذا كان منشأه الحيواني جزءًا جوهريًّا من انتقاله إلى البشر، أو أدى دورًا في انتقاله بينهم".

وثمة تحديات تكتنف إمكانية توقع المسار الذي قد يتخذه فيروس "سارس-كوف-2" كي يتحوّل إلى فيروس متوطّن، لكن لا تزال المجتمعات متمتعة بقدر من السيطرة عليه. وفي غضون عام أو عامين مقبلين، تستطيع البلدان خفض معدلات انتقال العدوى به بفرض تدابير السيطرة عليه، إلى أن يحصل عدد كافٍ من الناس على اللقاحات المضادة له، إما لتحقيق مناعة القطيع، أو لخفض شدّة حالات العدوى بشكل جذري. ويقول أوسترهولم إن هذا من شأنه أن يخفض عدد الوفيات وحالات الإصابة الشديدة بالفيروس على نحو ملموس. أما إذا تخلت البلدان عن الاستراتيجيات المُعَدّة لخفض انتشار العدوى، وتركت المجال للفيروس كي يفرض سيطرته دون تدابير وقائية، فحينها "ستبقى أحلك أيام الجائحة في انتظارنا"، كما يقول أوسترهولم.

نيكي فيليبس رئيسة مكتب دورية *Nature* في منطقة آسيا والمحيط الهادئ.

1. Lavine, J. S, Bjornstad, O. N. & Antia, R. *Science* https://doi.org/10.1126/science.abe6522 (2021).
2. Dan, J. M. *et al. Science* **371**, eabf4063 (2021).
3. Hogan, A. B. et *al. Report 33: Modelling the Allocation and Impact of a COVID-19 Vaccine* Imperial College London Report https://doi.org/10.25561/82822 (2020).
4. Cele, S. *et al.* Preprint at medRxiv https://doi.org/10.1101/2021.01.26.21250224 (2021).
5. Eguia, R. *et al.* Preprint at bioRxiv https://doi.org/10.1101/2020.12.17.423313 (2020).

المتاهة: كيف ضرب الارتباك مجال دراسات الجينوم؟

كان تبادل المعلومات تبادلًا حرًّا وآنيًّا من المقوِّمات الأساسية لنجاح مشروع الجينوم البشري، قبل عشرين عامًا. أما اليوم، فقد أصبحت دراسات الجينوم تواجه تحدياتٍ كبيرة، تعوق إمكانية الوصول إلى بياناتها. بقلم كيندال باول

كان ذلك في شهر يوليو من عام 2000، حين طالَع ديفيد هاوسلر على شاشة حاسوبه أول جينوم بشري مُجمَّع بالكامل. ويسترجع تلك اللحظة قائلًا إنه لم يتمالك دموعه من فرط التأثُّر. فبالتعاون مع زميله جيم كِنت، الذي كان حينها طالبًا في مرحلة الدراسات العليا، عمل هاوسلر على تصميم أول أداة على الويب لاستكشاف حروف الجينوم البشري، البالغ عددها ثلاثة مليارات. وقد نشر الباحثان على الإنترنت المسودة الأولية للجينوم، بعد 11 يومًا فقط من الانتهاء من تلك المهمة الشاقة -مهمة تجميع الجينوم بالكامل- التي أُسندت إليهما ضمن مشروع الجينوم البشري (HGP)، وهو مشروع تعاوني عالمي، ظل يسعى إلى بلوغ هذا الهدف على مدى عقدٍ كامل. ولم ينشر الفريق تحليله للجينوم على صفحات دورية *Nature*[1] إلا بعد عدة أشهر، غير أنَّ البيانات كانت جاهزةً للمشاركة.

يشغل هاوسلر حاليًّا منصب المدير العلمي لمعهد سانتاكروز لعلوم الجينوم بجامعة كاليفورنيا. ويتذكر قائلًا: "لقد عايشنا تلك اللحظة، لحظة خروجه إلى العالَم بأسره". وسرعان ما أصبح بإمكان أي شخصٍ في العالم تفحُّص الجينوم البشري على شبكة الإنترنت: كروموسومًا كروموسومًا، وجينًا جينًا، وقاعدةً قاعدة.

كانت لحظةً تاريخية، حسب وصف هاوسلر، فقبل انطلاق مشروع الجينوم البشري، في أوائل التسعينيات من القرن الماضي، "لم تكن هناك نقاشاتٌ جادة حول مشاركة البيانات في أبحاث الطب الحيوي. وكان المعتاد بين الباحثين أن يستأثر كل باحث يُصيب نجاحًا ببياناته لنفسه لأطول فترةٍ ممكنة". غير أنَّ هذا السلوك لم يكن ليناسب ذلك المشروع التعاوني الضخم، فلو كان كل عالِمٍ أو بلدٍ قد ضنَّ ببياناته على غيره، لَحِيلَ بين هذا المشروع وبين بلوغ أهدافه. ومن هذا المنطلَق، اجتمع باحثو المشروع في عام 1996، لوضع ما أصبح يُعرَف باسم "مبادئ برمودا". ولم ينته ذلك الاجتماع إلا وقد اتفق جميع الأطراف على إتاحة التسلسلات الجينومية البشرية في قواعد بيانات عامة خلال 24 ساعة من تحديدها، دون إبطاءٍ أو استثناءات.

وها قد مرَّ عقدان على تلك اللحظة، وأصبح لدينا مِن البيانات الجينومية ما يفوق قدرة المجال على استيعابه، وذلك بسبب التقنيات المتطورة التي نستعين بها في تحديد تسلسلات الجينومات الكاملة، وتعيين أنماطها الجينية من خلال تحديد تسلسلات بضعة ملايين من مناطق محددة، سعيًا إلى الوقوف سريعًا على ما فيها من تبايناتٍ. وقد أثمرت تلك الجهود تمثيلاتٍ للتسلسلات الجينية الخاصة بعشرات الملايين من البشر، وهي متاحة حاليًّا في مستودعات بيانات بمختلف أنحاء العالم. فبموجب المبادئ التي وُضعت لدى إطلاق مشروع الجينوم البشري، والتي تبنتها بعد ذلك الدوريات العلمية ومؤسسات التمويل، ينبغي أن تُتاح للجميع إمكانية الاطلاع على البيانات التي جُمعت لأجل إجراء الدراسات الجينومية المنشورة، وكذا إمكانية الاعتماد على تلك البيانات في تحقيق اكتشافاتٍ جديدة.

لكنْ ليت الأمر كان بهذه البساطة! فغزارة تدفق البيانات دفعت المعاهد البحثية، والحكومات، ومؤسسات التمويل، والاتحادات البحثية الخاصة، إلى إنشاء قواعد بيانات خاصة بها، مصممة وفقًا لمتطلباتٍ معينة، وذلك لإدارة تلك البيانات المعقدة، التي أحيانًا ما تكون حساسة. وهذه المستودعات العديدة تختلف فيما بينها اختلافًا كبيرًا، وتضع قواعد متباينة للاستفادة من بياناتها، وتفتقر إلى طريقةٍ موحَّدة لتنسيقها، ما دفع هاوسلر إلى استحضار "برج بابل"، الذي يرمُز إلى معاني التشتُّت والفُرقة و"البلبلة"، في وصف الوضع القائم لدراسات الجينوم.

ورغم عزوف بعض الباحثين عن مشاركة البيانات الجينومية، يُعتبر هذا المجال أكثر سخاءً من غيره في هذا الصدد. إلا أنَّ مستودعات البيانات هذه، التي يُفترض أن تعزِّز مفهوم المشاركة، كثيرًا ما تقف حائلًا أمام من يُقْدِمون على تحميل البيانات عليها، وتنزيلها. فقد ذكر باحثون أنَّهم يقضون شهورًا أو سنوات في تتبع مجموعات البيانات، ثم إذا بجهودهم تضيع هباءً، لعجزهم عن الحصول على تلك البيانات، أو لعثورهم على ملفاتٍ غير صالحة للاستخدام. كما أنَّ محرري الدوريات العلمية ومؤسسات التمويل يجدون مشقةً كبيرة في التحقُّق من مدى التزام العلماء ببنود اتفاقياتهم.

والحق أن الكثيرين من العلماء يعملون جاهدين على تغيير هذا الوضع، آملين تجسيد هذا التغيير على أرض الواقع في أقرب وقتٍ ممكن.

وحول هذا الشأن، تقول هايدي ريم، المتخصصة في علم الجينوم الإكلينيكي، إنَّ باحثي المجال أصبحوا يدركون أنَّ قَطْع خُطًى واسعة على طريق التقدم العلمي في هذا المضمار يستلزم كمياتٍ ضخمة من البيانات الجينومية المرتبطة بالأمراض، وبيانات السمات الصحية. وتستدرك ريم، التي تعمل في كلٍّ من مستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن، ومعهد برود في كامبريدج، قائلة: "غير أنَّ هذه البيانات غير متوافقة مع بعضها، ولا يمكن مشاركتها؛ إذ كيف يتأتى لنا إقناع جميع الأشخاص المعنيين في شتى أنحاء العالم -المرضى منهم، والباحثين، والأطباء الإكلينيكيين- بمشاركة بياناتهم؟".

عقباتٌ جمَّة

أتاح لنا تحديد تسلسل الجينوم البشري دراسة الأمراض المرتبطة بالطفرات في جيناتٍ بعينها، ومنها الاضطرابات المندلية، مثل حالة فقدان السمع غير المصحوبة بأعراضٍ أخرى[2]. ومع ذلك، فلِكَي يتسنى لنا تحديد الأسس الجينية للأمراض المعقدة الأكثر انتشارًا، مثل أمراض القلب والأوعية الدموية، والسرطان، وغيرها من المسببات الرئيسة للوفاة، كان لا بد من الكشف عن عوامل الخطر الجينية المختلفة في جميع أجزاء الجينوم. ولتحقيق هذا، بدأ الباحثون في منتصف العقد الأول من هذا القرن في المقارنة بين الأنماط الجينية لعددٍ هائل من الأشخاص، يتراوح بين الآلاف ومئات الآلاف، بعضهم يعانون من أمراضٍ أو حالاتٍ مرضية محددة، وذلك من خلال نهج يُعرَف باسم دراسات الارتباط على مستوى الجينوم (GWAS).

لاقى هذا النهج إقبالًا كبيرًا، إذ أُجريت أكثر من 10,700 دراسة من هذه الدراسات منذ عام 2005 حتى اليوم، وهو ما أسفر عن فيضانٍ من البيانات، بحسب وصف الباحث تشيا تشون كور، الذي يقود فريقًا في معهد علوم الجينوم بسنغافورة، ويختص بدراسة الأساس الجيني لمرض الجلوكوما (المياه الزرقاء). وأوضح أنَّا لو أجرينا دراسةً تتضمن 10 آلاف شخص، لدراسة مليون تسلسلٍ جيني محدد لدى كل واحدٍ منهم، على سبيل المثال، فسوف تكون محصِّلة تلك الدراسة جدولًا يضم 10 مليارات عنصر بيانات.

تجدُرُ الإشارة إلى أن غالبية هذه البيانات الجينومية الخاصة بالأفراد مودَعة حاليًّا في قواعد بيانات "مُقيَّدة الوصول"، أي خاضعة لقيودٍ، بحيث لا تسمح بالوصول إليها إلا بشروطٍ معينة. وُضعَتْ هذه القواعد للتعامل مع المخاوف القانونية والأخلاقية الإشكالية، التي تصاحِب مثل هذه البيانات الجينومية المرتبطة بالمعلومات الشخصية عن هؤلاء الأفراد، أي "بيانات الأنماط الظاهرية"، التي قد تتضمن سجلات الرعاية الصحية، أو الحالات المرضية، أو الاختيارات المتعلقة بحياتهم الشخصية. وحتى في حالة مجموعات البيانات المُجهَّلة، ليس من المتعذِّر تقنيًّا كشْف هويات أصحاب البيانات. لذا، فإنَّ قواعد البيانات مُقيَّدة الوصول تتحقق من هويات الباحثين الذين يسعون إلى الوصول إلى البيانات، وتتأكد من عدم استخدامها لغير الأغراض التي وافق عليها أصحابها.

فمِنْ بين المتطلَّبات التي تفرضها وكالة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH)، على سبيل المثال، أنْ يضيف

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ILLUSTRATION BY ANA KOVA

المتقدِّمون لنيل مِنَحها بيانات دراسات الارتباط إلى مستودع البيانات الرسمي للوكالة، الذي يُعرف بقاعدة بيانات الأنماط الجينية والظاهرية (dbGap). أمَّا الباحثون الأوروبيون، فبإمكانهم تخزين البيانات في الأرشيف الأوروبي للجينومات والأنماط الظاهرية (EGA)، الذي يستضيفه المعهد الأوروبي للمعلوماتية الحيوية (EMBL-EBI)، الواقع في مدينة هنكستون بالمملكة المتحدة. وبالمِثْل، تدير الجهات الكبرى الأخرى، المُنتِجة للبيانات الجينومية، قواعد بيانات مُقيَّدة الوصول، مثل شركة "توينتي ثري آند مي" 23andMe، الهادفة للربح، في مدينة سانيفيل بولاية كاليفورنيا، وشركة "جينوميكس إنجلاند" Genomics England، غير الهادفة للربح، ومقرها في لندن.

غير أنَّ تحميل البيانات على بعض هذه المستودعات غالبًا ما يستغرق وقتًا طويلًا. ومن ثمَّ، فإنَّ البيانات، حسب قول كور، كثيرًا ما تكون "محدودةً وشحيحة"، لأنَّ الباحثين لا يضيفون من البيانات سوى القدر الذي تقتضيه الاتفاقيات.

أضف إلى ذلك، أنَّ البيانات تُخزَّن أحيانًا في أكثر من مكان؛ الأمر الذي تترتَّب عليه تحديات أخرى. تقول راسيكا ماثياس، المتخصصة في علم الوبائيات الجيني بجامعة جونز هوبكنز في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند الأمريكية، التي تعكف على دراسة الأسس الجينية لمرض الربو لدى الأشخاص ذوي الأصول الأفريقية، إنَّ هذه اللامركزية في تخزين البيانات تمثل مشكلةً كبيرة. تعمل الباحثة في برنامج "توب مِد" TOPMed، وهو برنامج للطب الدقيق، يديره المعهد الوطني لأمراض القلب والرئة والدم، التابع لوكالة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية. يضم هذا البرنامج أكثر من 155 ألف مشارك، موزَّعين على أكثر من 80 دراسة، ويشارك بياناته في العديد من مستودعات البيانات، من بينها قاعدة بيانات الأنماط الجينية والظاهرية (dbGap)، وبعض المنصّات التي تستضيفها الجامعات.

ترى ماثياس أنَّ هذه البيانات "موردٌ متميز"، غير أنَّ العثور على جميع أجزاء البيانات المتاحة، وطلب الحصول عليها، يمثلان مهمةً شاقة ومعقدة بالنسبة إلى الباحثين غير التابعين للبرنامج، إذ غالبًا ما يتطلب ذلك منهم أن يتقدموا بأطروحات مفصَّلة، وكذلك خطابات دعم. وهذه، في رأي ماثياس، "تعقيدات لا داعي لها".

لذا، يبحث الكثيرون عن حلولٍ بديلة. ومن هؤلاء روث لوس، المتخصصة في علم الوبائيات الجيني بكلية طب آيكان في جامعة ماونت سايناي بمدينة نيويورك، التي تقول: "إنني شخصيًّا لا أميل إلى تحميل البيانات من قاعدة الأنماط الجينية والظاهرية، وإنما أقصد الباحثين مباشرةً، وأسألهم إنْ كانوا راغبين في التعاون". قبل عدة سنوات، حاولَتْ لوس الدخول إلى مجموعة بيانات مُخزَّنة على هذه القاعدة، وملأت دفعةً تلو الأخرى من النماذج والاستمارات الإلكترونية، لكنَّ طلبها قوبل بالرفض في النهاية. وأضافت الباحثة: "حتى مجرد تسجيل الدخول على قاعدة البيانات يمكن أن يكون مهمةً شاقة".

يُقِرّ بهذه المشكلة ستيفن شيري، القائم بأعمال مدير المركز الوطني لمعلومات التكنولوجيا الحيوية في مدينة بيثيسدا بولاية ميريلاند، التابع لوكالة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، الذي يدير قاعدة البيانات المذكورة، إذ يعترف بأنَّ إجراءات تقديم البيانات والوصول إليها "شاقة، ولا تخلو من أوجه القصور". كما أنَّ هذه البيانات المعقدة والمتنوعة تتطلب مراجعة كل حالةٍ على حدة، وليس في الإمكان تسريع وتيرة هذه المراجعة، بتكليف المزيد من الأشخاص بتنفيذها مثلًا.

غير أنَّ الوكالة، وفقًا لشيري، تخصص بعض الموارد حاليًّا لتحديث المنظومة، حتى تصبح أكثر مرونة، وأسهل في الاستخدام. ومن جانبها، أفادت كاري فولينتس، المديرة المشارِكة للسياسات العلمية بالوكالة، أنَّ الوكالة لم تقرر بعدُ ما إذا كانت ستتجه إلى علاج المشكلة عبر تصميم إصدارٍ ثانٍ من قاعدة البيانات، أم تطوير موردٍ بديل لها.

ورغم كل المشكلات التي تواجهها جهود مشارَكة البيانات الجينومية بسبب سياسات تقييد الوصول، يرى كثيرٌ من الباحثين أنّ قواعد البيانات المشابهة ما زالت عظيمة النفع، ومنها قاعدة بيانات الأنماط الجينية والظاهرية، والبنك الحيوي الخاص بالمملكة المتحدة، الذي يضم البيانات الجينومية لنصف مليون شخص. كما تُبدِي ماثياس حرصًا شديدًا على حماية المشاركين في برنامج "توب مِد"، وترى أنَّ الحماية التي توفرها سياسات تقييد الوصول إلى البيانات لا تخلو من فائدة. إنها تتمنى أن تُتاح لهذه المستودعات موارد أفضل، لكنّها تؤيد "وجود الضوابط والموازنات".

وهناك باحثون آخرون راضون بإمكانية الحصول على البيانات، حتى مع صعوبة الإجراءات. تقول ميلاني باهلو، التي تدير مختبرًا لعِلْم الجينات الإحصائي في معهد والتر وإلايزا هول للأبحاث الطبية في مدينة ملبورن الأسترالية: "إن إنتاج هذا القدر الهائل من البيانات مما يَخرُج عن نطاق عملنا". ومن ثمَّ، لا يجد مختبرها أية غضاضة في التعامل مع هذا الكم الكبير من النماذج والاستمارات الإلكترونية، في سبيل استخدام قاعدة بيانات الأنماط الجينية والظاهرية (وهذا ما فعله فريقها في أكثر من عشرة مشروعات). كما أنَّها أنفقَتْ مؤخرًا ستة أشهر سُدًى في محاولات العثور على مجموعة بيانات كان يُفترض أن تكون متاحةً للجميع من خلال منصة البيانات الخاصة بأحد المعاهد البحثية، لكنَّها لم تكن متاحةً في الواقع.



إذا لم تتوفر لديك البيانات الأولية، فلن يكون بإمكانك التحقق من الجودة".

وفي تعليقه على ذلك، قال كور: "ليس هناك ما هو أصعب من الحصول على البيانات من قاعدة الأنماط الجينية والظاهرية، أو من الأرشيف الأوروبي، إلا محاولة الحصول عليها من باحثٍ لا يرغب في مشاركتها".

الرقابة على مشاركة البيانات

بعد مرور عشرين عامًا على انطلاق مشروع الجينوم البشري، ما زلنا لا نملك سياسةً عالمية مُحدَّدة تُلزِم المجموعات البحثية بمشاركة بيانات الجينومات البشرية، أو تفرض تنسيقًا محددًا، أو قاعدة بيانات معينة لمشاركتها. ومع ذلك، فهناك العديد من الدوريات العلمية التي استمرت في الامتثال لمبادئ برمودا، عبر إلزام الباحثين بمشاركة البيانات الجينومية في قواعد البيانات المُعتمَدة عند نشر الأبحاث، إلَّا أنَّ إنفاذ هذه السياسات يفتقر إلى العناية والتنظيم.

وعن ذلك، تقول ميشيل ترنكمان، كبيرة محرري موضوعات علوم الجينات والجينوم في دورية *Nature* في لندن، إنَّ الباحثين كثيرًا ما يعزفون عن مشاركة البيانات، متذرِّعين بالمخاوف المتعلقة بخصوصية المشاركين، أو التعهُّدات التي أخذوها على أنفسهم، أو لوائح الشركات المنظِّمة لملكية البيانات. وأضافت ترنكمان: "اللافت للنظر أنَّه بينما ينتظر علماء الجينات من غيرهم مشاركة البيانات، نجدُ أنهم يمتنعون أحيانًا عن مشاركة بياناتهم". في هذه الحالات، تتصدَّى ترنكمان لهذا العزوف من جانب الباحثين، وإذا تعذَّر التغلب على التحديات، تُلْزِمهم بتوضيح أسبابهم مباشرةً في الأوراق المنشورة لغرض الشفافية.

أمَّا دورية "جينوم ريسيرش" *Genome Research*، فتتبع سياسة مُفادها أنَّه "لا استثناءات". وتوضح محررتها التنفيذية، هيلاري سوسمان، أنَّ المحررين عادةً ما يتعاونون مع الباحثين للتغلب على عقبات مشاركة البيانات، كل حالة على حدة، من أجل التوصل إلى حلولٍ من شأنها تذليل تلك العقبات. وقد يدفعهم هذا النهج إلى اتخاذ إجراءاتٍ استثنائية، مثل مطالبة الباحثين بإعادة التقدُّم للحصول على الموافقة من مجالس المراجعة المؤسسية المختصة، أو الرجوع إلى المشاركين في الدراسة للحصول على موافقتهم مرةً أخرى، أو إعادة إجراء التحليلات بعد حذف البيانات التي لا يمكن مشاركتها. وقد رفضت الدورية نشر أوراق الباحثين الذين صرَّحوا برفضهم مشاركة البيانات. وأضافت سوسمان أنَّ "المجتمع والممولين يطالبون بهذه الشفافية، وبإتاحة إمكانية التحقق من نتائج الأبحاث".

ولكن حتى عندما يوافق المؤلفون على مشاركة البيانات، يُلاحَظ أنَّ قدرة المحررين والمراجعين على التحقق من مدى التزامهم بفعل ذلك محدودة، إذ كثيرًا ما يعوزهم الوقت اللازم للتحقق من جودة البيانات، أو تنسيقها، أو اكتمالها، وفي بعض الأحيان، لا يُتاح لهم الاطلاع على قواعد البيانات مقيدة الوصول.

وبالنظر إلى هذه الاعتبارات جميعًا، تعتقد ترنكمان أنَّه ينبغي على جهات التمويل إلزام الباحثين بوضع خطةٍ محددة لمشاركة البيانات منذ بداية المشروع. وترى أنّ هذا من شأنه أن يساعد على تغيير مواقف الباحثين.

وهذا ما يُنتظر أن تحققه سياسة مشاركة البيانات، المُزمَع تطبيقها على مستوى معاهد الصحة الوطنية الأمريكية في شهر يناير عام 2023، فسوف تُلْزِم هذه السياسة جميع المتقدمين للحصول على المنح بوضع خطة لإدارة البيانات، ومشاركتها ضمن أطروحاتهم، وستتيح للباحثين تخصيص جزءٍ من الميزانية لتنفيذ هذه المهمة.

وبحسب كارولين هاتر، مديرة قسم علوم الجينوم بالمعهد الوطني لبحوث الجينوم البشري في مدينة بيثيسدا، من المُنتظَر أن تضمن هذه السياسة أن تكون جهود مشاركة البيانات متماشيةً مع الاعتبارات الأخلاقية، واعتبارات الخصوصية، وكذلك مع ما يُعرَف بمبادئ "فير" FAIR، التي تقتضي إتاحة العثور على البيانات، والاطلاع عليها، وإعادة استخدامها، وتوافقها مع البيانات والأدوات الأخرى. وتضيف هاتر: "هذا لا يعني أن ننشر البيانات بأي شكل، وفي أي مكان، على أمل أن يَعثر عليها أحدهم".

وتابعَتْ هاتر قائلة: "الجزء المتعلق بإنفاذ هذه السياسة ليس سهلًا، لأنَّ مشاركة البيانات غالبًا ما تأتي في نهاية المشروع". وكما هو الحال مع محرري الدوريات العلمية، ليس بوسع مديري المنح سوى التحقق عشوائيًّا من أرقام التعريف الخاصة بسجلات مشاركة البيانات في تقارير التقدم السنوية.

بحثًا عن حلول

لا يبعُد أن تكون هناك طُرُق لتعزيز مشاركة البيانات ببساطة، دون انتهاك حقوق الملكية، أو قواعد الخصوصية. والحق أن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قِسمًا معتبرًا من المعنيين بعلوم الجينوم يُجْمِعون على أنَّ هناك نوعًا مُجمَّعًا من بيانات دراسات الارتباط يمكن مشاركته على نطاقٍ واسع دون قيود، بل وينبغي مشاركته بهذا الشكل. ويتمثل هذا النوع في تلك البيانات التي تُعرف بالإحصائيات التلخيصية لدراسات الارتباط على مستوى الجينوم. هذه الملخصات تتضمن الدرجات المُجمَّعة لكل متغير جيني اكتُشف ارتباطه بأحد الأمراض في العديد من الجينومات. وهي أسهل في الاستخدام بالنسبة للباحثين، من جهة، وتحمي خصوصية المشاركين، من جهةٍ أخرى.

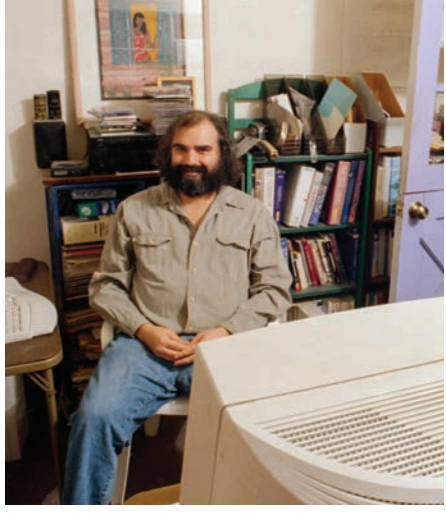
ثمة اتحادات بحثية عديدة تشارك هذه البيانات بالفعل على مواقعها أو منصَّاتها الإلكترونية. غير أنَّ هناك قاعدة بيانات مفتوحة الوصول تسعى إلى توفير حلٍ موحَّد ومركزي لتلك المشكلة: هي قاعدة فهرس دراسات الارتباط على مستوى الجينوم[3] (GWAS Catalog)، التي يتعاون في إنشائها المعهد الأوروبي للمعلوماتية الحيوية، والمعهد الوطني لبحوث الجينوم البشري.

واعتبارًا من عام 2020، وفَّر هذا الفهرس للباحثين وسيلةً لتحميل إحصائياتهم التلخيصية، إلى جانب البيانات الوصفية للدراسات والمشاركين فيها. ونظير ذلك، يحصل الباحثون على رقم تعريف قبل النشر، ليستخدموه في المسودات الأولية التي يقدمونها.

وفي مقابل ذلك، نجد أن هناك عددًا كبيرًا من الباحثين يرون أنَّ تلك الإحصائيات التلخيصية لا تكفي لتحقيق أي تقدُّم في علوم الجينوم. ومن القائلين بهذا الرأي كريس أموس، الباحث المتخصص في علم الوبائيات الجيني، الذي يدرس سرطان الرئة في كلية بايلور للطب بمدينة هيوستن في ولاية تكساس الأمريكية، إذ يرى أنها "قد تضر بدراسات الارتباط على مستوى الجينوم ضررًا بالغًا"، ذلك أنَّ الباحثين يحتاجون إلى البيانات الجينومية الخاصة بالأفراد، وكذا بيانات سمات الأنماط الظاهرية المرتبطة بها، ليكتشفوا بدقة الدور الذي تؤديه التغيرات الجينية في نشوء الأمراض. كما يحتاج الباحثون إلى البيانات كاملةً للتحقق من دقة الأبحاث المُجراة. يقول أموس: "إذا لم تتوفر لديك البيانات الأولية، فلن يكون بإمكانك التحقق من الجودة. والإحصائيات التلخيصية لن تكفي للتوصل إلى نتائج يمكن التحقق منها بتكرارها".

وفضلًا عن ذلك، فإنَّ الجهات التي تملك بيانات مجموعات أتراب ضخمة لا تمنح الباحثين إمكانية الوصول إلى إحصائياتها التلخيصية دون قيود، ومنها شركتا "توينتي ثري آند مي"، و"جينوميكس إنجلاند". تبرر هذه الجهات موقفها بالمخاوف المتعلقة بخصوصية بيانات المشاركين، والرغبة في الاحتفاظ بملكية بياناتهم. وواقع الأمر أنها تدير قواعد بيانات مقيدة الوصول خاصة بها، ولهذه القواعد إجراءات معينة للوصول إلى البيانات وإعادة تحليلها. وأحد الشروط المسبقة التي تضعها هذه الشركات لاستخدام معظم بياناتها هو إدراج اسمها ضمن المؤلفين المشاركين في أي أبحاثٍ أو دراسات تُستخدَم فيها تلك البيانات. وتشير باهلو إلى أنَّ هذه الشروط، وما شابهها، تمثل عقبات شديدة الصعوبة، بالنسبة إليها وغيرها من المتخصصين في مجال المعلوماتية الحيوية، ممَّن يرغبون في تحليل البيانات الخاصة بمشروع "المئة ألف جينوم" التابع لشركة "جينوميكس إنجلاند".

ولا يغيب عن هاتر أنَّ المشكلات المتعلقة بمشاركة البيانات الجينومية باتت من التعقيد والتفاقم بحيث لا يكفي لحلها تحسين قاعدة بيانات الأنماط الجينية والظاهرية، أو مشاركة الإحصائيات التلخيصية للبيانات في قاعدة فهرس دراسات الارتباط على مستوى الجينوم. وتقول: "لم تُصمَّم قاعدة بيانات الأنماط الجينية والظاهرية على نحوٍ يجعلها مؤهَّلة للتطوُّر والتعامل مع كل نوع جديد من البيانات". فعلى سبيل المثال، تختلف كلفة تخزين بيانات الجينومات الكاملة اختلافًا جذريًّا عن



في عام 2000، حين كان جيم كِنت لا يزال طالبًا في مرحلة الدراسات العليا بجماعة كاليفورنيا في مدينة سانتا كروز، أسهم في تجميع نتائج مشروع الجينوم البشري، الذي استمر العمل عليه عشر سنوات، ومشاركة هذه النتائج مع الجميع.

كلفة تخزين بيانات دراسات الارتباط. ومن هذا المنطلَق، أسس المعهد الوطني لبحوث الجينوم البشري منظومةً سحابية، أُطلِق عليها "المساحة المخبرية للتحليل والتمثيل ونُظُم المعلومات"، ويُشار إليها اختصارًا بمنظومة "أنفيل" AnVIL، وهي تتيح للباحثين تبادُل مجموعات ضخمة من البيانات الجينومية، وتحليلها، ومن بينها بياناتٌ خاصة بتسلسلات الجينومات الكاملة، وأخرى خاصة بالتسلسلات الإكسومية.

وإضافةً إلى ما تقدَّم، أطلقت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية مبادرةً أخرى، تتمثل في "خدمة تصاريح الباحثين" RAS، التي ستمنحهم إمكانية استخدام المنصة السحابية سالفة الذكر، وقاعدة بيانات الأنماط الجينية والظاهرية، ومصادر بيانات أخرى عديدة. ويقول شيري عن ذلك: "رؤيتنا هي أن تكون لدينا خدمة أشبه بختم التأشيرة"، مما سيتيح للباحثين في النهاية دمج البيانات وتحليلها كما يحلو لهم في الأنظمة السحابية. وأضاف شيري: "إننا عاكفون على إنشاء واحدة من أُولَيات منظومات بطاقات العضوية للباحثين".

أمَّا هاوسلر، ومعه عددٌ ممن يعملون في تهيئة البيانات الضخمة، فلديهم أفكارهم أيضًا. فمع تأجُّج مشاعر الإحباط حيال مشكلة مشاركة البيانات في عام 2013، تعاوَن هاوسلر مع ديفيد ألتشولر، وإيريك لاندر، وزملاء آخرين من بلدان متعددة، لوضع أسس ما يُعرَف بالتحالف العالمي لعلوم الجينوم والصحة (GA4GH)، الذي يقوم على نفس المُثُل التي قام عليها مشروع الجينوم البشري. يقول هاوسلر: "كنا عازمين على إقناع الجميع بمشاركة البيانات في قاعدةٍ واحدة كبيرة، والاتفاق فيما بيننا على آلية استخدام البيانات، وبذاء، تتضافر الجهود. لكن سرعان ما تبدَّى لنا أنَّ هذا مما يتعذَّر تحقيقه على أرض الواقع".

وعوضًا عن ذلك، يركز التحالف العالمي الآن على وضع بروتوكولات لذلك العدد الهائل من قواعد البيانات الجينومية حول العالم. وينطلق من فرضية جوهرية مفادُها أنَّ في الإمكان تحقيق التوافق بين البيانات من الناحية التقنية (كما في فهرس دراسات الارتباط على مستوى الجينوم، ولكن على نطاق أوسع)، وإنشاء منظومةٍ مركزية تجمع مستودعات البيانات المختلفة، أو ربطها معًا بنظامٍ يتسم بالمرونة.

يرى المسؤول التنفيذي للتحالف، بيتر جودهاند، أنَّ هذا النظام أشبه ما يكون بمنظومة الاتصالات العالمية للهواتف النقَّالة. صحيحٌ أنَّ المنافسة محتدمة بين شركات الهواتف النقَّالة، ومقدمي خدمات الاتصالات، إلا أن الطرفين، في نهاية المطاف، ملتزمان بالعمل معًا على الشبكة نفسها. ويقول جودهاند موضحًا: "لكي يتحقق التوافق التشغيلي حقًّا، ينبغي أن يكون هناك مستوى من التعاون في العمل بين مقدمي الخدمات. وبالمثل، يمكننا إعداد الأنظمة التي تتيح مشاركة البيانات، وتيسِّر الإجراءات اللازمة لتحقيق ذلك".

وقد استعان بعض العلماء بأحد البروتوكولات التي وضعها التحالف لتأسيس خدمة "ماتش مايكر إكستشنج" Matchmaker Exchange، التي تتيح للباحثين والأطبَّاء الإكلينيكيين، المتخصِّصين في علاج الأمراض شديدة الندرة، أن يبحثوا في شبكةٍ مركزية واحدة تجمع ثماني قواعد بيانات عالمية، ليعثروا على أصحاب الأنماط الجينية أو الظاهرية المشابهة للحالات التي يعكفون على دراستها. وإذا بيَّنت عملية البحث وجود تطابق، يُتاح للطرفين الاتصال ببعضهما، على نحوٍ يحمي سرية معلومات المريض، ويحمي كذلك ملكية الأبحاث وحقوق تأليف أوراقها. وقد وضع التحالف بروتوكولًا آخر، تعتزم مبادرة "خدمة تصاريح الباحثين"، التابعة لوكالة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، الاعتماد عليه. يُطلَق على هذا البروتوكول اسم "خدمة مستودع البيانات"، وهو واجهةٌ برمجية تُسَهِّل التواصل بين مستودعات البيانات المختلفة.

وترى باهلو، ضِمْن آخرين، أنَّ هذه الجهود الرامية إلى جمع قواعد البيانات في منظومةٍ مركزية تزداد أهميتها حين نأخذ بعين الاعتبار توجه المجال إلى التعمق في دراسة بيانات الأنماط الظاهرية، التي اتسع نطاقها، وازداد تعقيدها. وأضافت باهلو: "تأتي هذه البيانات في جميع الصور والأشكال، منها التعرض للعوامل البيئية، والموقف من عادة التدخين، وبيانات التصوير الطبي، وغيرها".

كما ترى باهلو، ومعها آخرون، أنَّ هذه الجهود تمثل فرصةً واعدةً لتحقيق العدالة في مشاركة البيانات الجينومية على الصعيد العالمي؛ إذ إنها تتيح لباحثي الدول النامية الوصول إلى مجموعات البيانات، والاستفادة منها، دونما حاجة إلى إنتاج بياناتهم الخاصة، أو اقتناء إمكانات حوسبية فائقة. ولو تحسنت عمليات مشاركة البيانات، سيُترجَم ذلك إلى تعزيز التمثيل الجينومي لذوي الأصول الإثنية الأخرى، بخلاف البيض وغير الأوروبيين. وتتجلى مشكلة ضعف التمثيل بصفةٍ خاصة في حالة الجماعات السكانية من الأصول الأفريقية، التي تقل نسبة تمثيلها عن 0.5% من جميع المشاركين في دراسات الارتباط على مستوى الجينوم[4].

ويعتقد هاوسلر أنَّ العلماء سوف يقتنعون بمشاركة بياناتهم بطرقٍ أفضل، إذا مارَس عليهم أقرانهم بعض الضغط الإيجابي. فحاجتنا إلى هذه المشاركات تزداد حتمًا بمرور الوقت، وليس أدلَّ على ذلك من أنَّ فريقه، بعد انقضاء عشرين عامًا على نشر أول جينوم بشري على الإنترنت، قد صمَّم أداةً تمكِّن أي شخصٍ من الاطلاع على جينوم فيروس "سارس-كوف-2"[5].

وأضاف هاوسلر: "ينبغي أن تكون البيانات أشبه شيءٍ بالكائنات الحية: يمكن التعامل معها فور النقر عليها. وينبغي أن يكون هذا دافعنا، فإذا لم تشارك بياناتك مع الجميع، لن يتسنى لك الحصول على بيانات الآخرين".

كيندال باول صحفية علمية حرة، مُقيمة في مدينة لافاييت بولاية كولورادو الأمريكية.

1. International Human Genome Sequencing Consortium. *Nature* **409**, 860–921 (2001).
2. Chong, J. X. *et al. Am. J. Hum. Genet.* **97**, 199–215 (2015).
3. Buniello, A. *et al. Nucl. Acids Res.* **47**, D1005–D1012 (2019).
4. Mills, M. C. & Rahal, C. *Commun. Biol.* **2**, 9 (2019).
5. Fernandes, J. D. *et al. Nature Genet.* **52**, 991–998 (2020).


@Naturesustainab


NatureSustainability

تعليقات



ACEGID

يخطط كريستيان هابي، الذي يعمل في جامعة ريديمر في مدينة إدي بنيجيريا، لتحديد تسلسلات الجينومات البشرية.

مشروعُ توصيف ثلاثة ملايين جينوم أفريقي

أمبرواز وونكام

علينا توصيف النطاق الكامل للتنوُّع الجيني، كي نُحسِّن خدمات الرعاية الصحية، ونعزز العدالة، وندعم البحوث الطبية على مستوى العالم.

بعد مرور عقدين على اكتمال مشروع الجينوم البشري (HGP)، ما زال علينا أن نحقق الكثير، لضمان خدمة علوم الجينوم للصالح العام على مستوى العالم. فالتركيز على سكان البلدان ذات الدخول المرتفعة أضر بمحاولاتنا لفهم أسباب الصحة والمرض، التي كانت ستصب في مصلحة العالَم أجمع، فالجينومات الأفريقية حتى الآن تقل نسبتها عن 2% من إجمالي الجينومات البشرية التي جرى تحليلها[1]، على الرغم من أنَّ أفريقيا، التي كانت مهد البشرية، تتفوق في التنوع الجيني على باقي قارات العالم. كما أنَّ البلدان النامية ومنخفضة الدخل لم تستفد سوى بقدرٍ ضئيل من المعارف والتطبيقات التي أثمر عنها علم الجينوم، وذلك بسبب تدهور أنظمة الرعاية الصحية فيها، مقارنةً بغيرها، وقلة العاملين في مجال البحث العلمي بها، ونقص التمويل.

ولهذا، ففي عام 2003، تأسست الجمعية الأفريقية لعلم الجينات البشرية (AfSHG)، التي أديرها حاليًّا، لتساعد في مواجهة انعدام المساواة، وتُحسِّن التعليم، وتعزِّز العلاقات بين الباحثين، وتطوِّر القدرات البحثية في قارة أفريقيا (www.afshg.org). ورغم ما تحقَّق مؤخرًا من تقدمٍ في هذا الصدد، وما ضُخَّ من استثمارات لهذه الغاية، فإنَّ جزءًا كبيرًا جدًّا من الأبحاث الجينومية التي أُجريت في القارة قام عليه باحثون أوروبيون وأمريكيون[2]. وهذه مشكلة، لأنَّ أولوياتهم قد تكون بعيدةً عن احتياجات سكان القارة ورغباتهم. وعلى سبيل المثال، لو جرَّب هؤلاء الباحثون في دراساتهم علاجاتٍ جديدة، ستزداد فرصهم في نشر أوراقٍ بحثية تحظى بمزيدٍ من الاهتمام، ومن ثمَّ تساعدهم على التقدم في حياتهم المهنية الأكاديمية، في حين أن تجربة وسائل أكثر فعالية لتوفير العلاجات الحالية، تكون في الأغلب أقدر على إنقاذ حيوات البشر، والتخفيف من معاناتهم.

وإضافةً إلى هذا، تفتقر التسلسلات الجينومية المرجعية التي عُيِّنَت من خلال مشروع الجينوم البشري إلى الكثير من المتغيِّرات الجينية التي تحتوي عليها جينومات ذوي الأصول الأفريقية، إذ قدَّرت دراسةٌ أُجريت في عام 2019 أنَّ الجينوم المُمثِّل للحمض النووي الخاص بالأفريقيين يزيد في حمضه النووي على التسلسل المرجعي الحالي بنسبة 10% تقريبًا[3]. وفي العام الماضي، كشفت تحليلاتٌ أُجريت على تسلسلات الجينومات الكاملة لعددٍ بلغ 426 شخصًا فقط من 50 مجموعة إثنية لغوية في أفريقيا عن أكثر من ثلاثة ملايين متغيِّرٍ جيني، لم تكن معروفةً من قبل[4].

حُدِّدَت هذه المتغيِّراتُ في إطار مبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا (H3Africa)، المستمرة منذ عشر سنوات بميزانيةٍ بلغت 180 مليون دولار أمريكي (https://h3africa.org). وتدعم هذه المبادرة معاهد علمية في 30 بلدًا أفريقيًّا، وتقوم على تسيير شؤونها الجمعية الأفريقية لعلم الجينات البشرية، بالتعاون مع وكالة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH)، وصندوق «ويلْكَم» التمويلي للطب الحيوي في المملكة المتحدة. وبما أنَّ المبادرة على وشك اختتام أعمالها، فقد حان الوقت للتفكير في الخطوات المقبلة.

ويذهب أحد التقديرات التقريبية إلى أنَّ توصيف النطاق الكامل للتنوُّع الجيني في أفريقيا يتطلب تحديد التسلسلات الجينومية لحوالي ثلاثة ملايين فرد، مختارين بعناية من مختلف أنحاء القارة السمراء، بحيث يتضمنوا المجموعات الإثنية اللغوية، والإقليمية، وغيرها في القارة. لهذا، نهدف إلى إطلاق مشروعٍ كهذا، اسمه "ثلاثة ملايين جينوم أفريقي" Three Million African Genomes، (أو اختصارًا 3MAG). وسيركز هذا المشروع على بناء قدرات القارة في مجال البحوث الجينومية وتطبيقاتها، وفي مجال الحوكمة أيضًا. ومن المتوقع لنتائج هذا المشروع أن تقدم فوائد للعالَم أجمع، بعضها يصعب تصوره. فعلى سبيل المثال، أنتجت لنا فاشيات فيروس الإيبولا خلال السنوات القليلة الماضية كثيرًا من المعلومات والخبرات التي استعنَّا بها خلال جائحة "كوفيد-19"، بدءًا من التواصل مع الناس، حتى مشاركة العينات والبيانات البيولوجية.

ومن المرجح أن يستغرق تطوير هذا المشروع حوالي عشر سنوات. ونتوقع تقديراتنا أنْ تحتاج أنشطته الأساسية إلى تمويلٍ مقداره حوالي 450 مليون دولار أمريكي سنويًّا (حوالي 1500 دولار لكل مشارك في المجمل). وسيغطي هذا المبلغ جهود تجهيز المستودعات الحيوية وتشغيلها، وتطوير تقنيات البيانات وبِناها التحتية. ونعتزم تحديد التسلسلات والأنماط الظاهرية لحوالي 300 ألف جينوم أفريقي في العام الأول من المشروع.

ولعل مَن يرون هذا المشروع مجازفةً صعبة ينسون الطموح الذي تَطلَّبه إطلاق مشروع الجينوم البشري، حيث استغرق ذلك المشروع 13 عامًا، وجعل علم الجينات يتداخل مع جميع مجالات الرعاية الصحية. واليوم، تبلغ تكلفة تحديد تسلسل الجينوم الواحد أقل من ألف دولار، مع أنَّ تعيين النسخة المبدئية لأول جينوم مرجعي تَكلَّف حوالي 300 مليون دولار (انظر: go.nature.com/3pfy2kh). أضِف إلى هذا أنَّه قبل 30 عامًا، وقت بدء انطلاق مشروع الجينوم البشري، وزَّع المعهد الوطني لبحوث الجينوم البشري بالولايات المتحدة حوالي 95% من إجمالي تمويل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية على مشروعات بحوث الجينوم البشري. أمَّا في العام الماضي، فقد بلغت تلك النسبة 10% فقط، لأنَّ جميع معاهد الصحة الوطنية الأمريكية الأخرى تدعم بدورها بحوثًا متخصصة قائمة على علم الجينات[5].

وسيهدف مشروع "ثلاثة ملايين جينوم أفريقي" إلى

تحديد تسلسلات عددٍ كافٍ من الجينومات من مختلف أنحاء أفريقيا، لوضع جينوم بشري مرجعي يمثل القارة، ولتأسيس بنك حيوي أفريقي شامل لجميع بلدان القارة، يتضمن عيِّنات ومعلومات إكلينيكية. ولتوضيح أهمية هذه الخطوة، عليك أن تعرف أنَّ البنك الحيوي البريطاني قد قطع منتصف الطريق نحو إتمام مشروع تبلغ مدته 27 شهرًا، يهدف إلى تحديد تسلسلات 500 ألف جينوم (انظر: go.nature.com/3ciohcj)، وإنْ كان تعداد سكان المملكة المتحدة يبلغ حوالي 5% من تعداد سكان قارة أفريقيا.

الفوائد البحثية للمشروع

يمكن للجينومات الأفريقية أن تكشف جيناتٍ ومُتغيِّرات جديدة تسهم في الصحة والمرض، لم تكتشفها الدراسات السابقة التي ركَّزت على الأوروبيين (من ناحيةٍ أخرى، هناك فوائد لدراسة مجموعاتٍ سكانية أوروبية معينة من تلك المجموعات التي انحدرت من عددٍ صغير من الأسلاف، مثل مجموعات أيسلندا، وذلك لأسبابٍ مختلفة، منها أنَّ التجانس الجيني يمكن أن يساعدنا في كشف العوامل البيئية، وتغيرات الجينات المفردة التي لها تأثيرٌ قوي). فالمجموعات السكانية ذات الأصول الأفريقية هي الأكثر تنوعًا من الناحية الجينية في العالم، إذ إنَّها مجتمعةً تملك تنوعًا جينيًّا أكبر من غيرها، كما أنَّها أقل اختلاطًا بالمجموعات السكانية الأخرى غير الأفريقية، وهو ما يُسهِّل اكتشاف المُتغيِّرات التي ربما تسهم في الإصابة بأمراضٍ معينة.

على سبيل المثال، المتغيِّرات في جين *PCSK9* باللغة الندرة لدى الأوروبيين (حيث توجد بنسبة أقل من 0.1%)، لكنَّها شائعةٌ نسبيًّا لدى الأمريكيين ذوي الأصول الأفريقية (حيث توجد بنسبة تبلغ حوالي 2%). وهذا الجين يرتبط بانخفاض مستويات بعض شحميات الدم انخفاضًا كبيرًا[6]، وهو الاكتشاف الذي أثمر عن تطوير علاج جديد واحد على الأقل لحالة اضطراب شحميات الدم، المرتبطة بالإصابة بالأزمات القلبية والسكتات الدماغية، التي تصيب مختلف المجموعات السكانية حول العالم. وقد تناولت دراسةٌ حوالي 900 أفريقي من شعب الهوسا مصابين بالفصام، وقارنت بينهم وبين 900 شخصٍ آخرين من أبناء القارة غير المصابين بالمرض، فاكتشفت الكثير من الطفرات النادرة التي تسهم في نشوئه، كما كشفت معلومات مهمة عن الآليات المسببة له[7]. ومع أنَّ هناك دراسةً أخرى أُجريت في عام 2016 على مجموعةٍ من السويديين، وتمكنت من رصد الكثير من هذه الطفرات، إلا أنها احتاجت لتحقيق ذلك إلى عينات تفوق في حجمها عينات دراسة الأفريقيين بأكثر من أربع مرات[8].

ستساعدنا كذلك دراسات الجينومات الأفريقية في القضاء على انعدام المساواة. فتقديرات درجات المخاطر الجينية لدى ذوي الأصول الأفريقية، التي تتوقع على سبيل المثال احتمالية إصابتهم باعتلال عضلة القلب أو بالفصام، يمكن أن تفتقر إلى الدقة، بل قد تكون مضللة، إذا اعتمدت على الأدوات الفعَّالة في حال الأوروبيين[9]. ولدعم الاكتشافات وتطوير أدواتٍ إكلينيكية دقيقة، علينا تحسين فعالية تقنيات التحليل، وتحديد الأنماط الظاهرية إلى أقصى حدٍّ ممكن، باستخدام جينومات عددٍ أكبر من المجموعات السكانية.

وتتجلى المنافع الجمَّة التي يمكن أن تثمر عنها دراسة الأمراض الناتجة عن جيناتٍ مفردة في أبحاث ضعف السمع[10]، وداء الخلايا المنجلية (SCD)[11]، التي أركِّز عليها في عملي. فمَن يحملون نسختين من طفرة الخلايا المنجلية يملكون خلايا دم حمراء مُشوَّهة، على شكل ثمرة الموز. وهذه الخلايا تتكتل معًا في الأوعية الدموية، وتعوق توزيع الأكسجين على الأنسجة. وغالبًا ما يعيش المصابون بداء الخلايا المنجلية حتى الخمسينات في البلدان مرتفعة الدخول، بينما يموتون في كثيرٍ من البلدان الأكثر فقرًا خلال مرحلة الطفولة، نتيجة الإصابة بعدوى بكتيرية، أو بالأنيميا، أو بأمراض الرئة، أو بالسكتات الدماغية، أو غيرها من المضاعفات.

ويتمتع المصابون بهذا المرض بصحةٍ أفضل إذا كانت لديهم متغيِّراتٌ في جيناتٍ أخرى، تُطِيل، على سبيل المثال، مدة إنتاج الهيموجلوبين الجنيني، أو -للمفارقة- تُسهِم في الإصابة بنوعٍ من الأنيميا، يُطلق عليه "ثلاسيميا-ألفا" α-thalassaemia. وفي المقابل، فإنَّ المتغيِّرات في الجين *APOL1* تزيد احتمالات الإصابة بأمراض الكُلى[12].

كيف يمكن تبرير العمل على تحديد التسلسلات الجينومية لهذا العدد الضخم من الأفراد، بينما لا يزال الأفريقيون يموتون من جرّاء سوء التغذية، والملاريا، وفيروس نقص المناعة البشرية؟

أغلب هذه العوامل الجينية التي تؤثر في داء الخلايا المنجلية اكتُشِف من خلال دراساتٍ أُجريت في أوروبا والولايات المتحدة، وكانت تلك الدراسات تستخدم عادةً رقاقاتٍ جينية مُصمَّمة لكشف المتغيِّرات المشتركة بين الأوروبيين[13]، لكنَّ أفريقيا يوجد بها حوالي 75% من الأطفال الذين يُولدون بهذه الطفرة سنويًّا، والذين يبلغ عددهم 300 ألف طفل تقريبًا، مع العلم بأنَّ التشخيصات الجينية ومعلوماتها بالقارة لا تسهم تقريبًا في ممارسات الرعاية الطبية. ولهذا، لو أُجريت دراسةٌ طولية مُنسَّقة بعناية بالاستعانة بعدة مراكز طبية، قد نكتشف العديد من المتغيِّرات. وسيساعدنا هذا في توقُّع تطورات المرض، ويكشف لنا سُبلًا جديدة لعلاجه[11]، ويوفر نصائح أفضل للآباء والأمهات حين يمكن إجراء الفحوص الجينية قبل الولادة، ويساعد الأفراد في التعامل مع المرض. وقد تصبح دراسةٌ كهذه نموذجًا لفهم كيفية تأثير المتغيِّرات الجينومية على الأمراض الأخرى الناتجة عن جيناتٍ مفردة.

ثلاث أولويات

كي نُحدِّد تسلسلات ثلاثة ملايين جينوم أفريقي، سنحتاج إلى دعمٍ من الحكومات الأفريقية، والأكاديميين، والمنظمات الدولية.

وهذا الدعم يتمثل في ثلاث نواحٍ، أولها **المشروعات التعاونية**. فأبسط خطوةٍ يمكن أن نبدأ بها المشروع هي تدشين المزيد من المشروعات التعاونية بين مختلف بلدان العالم، وكذلك بين البلدان الأفريقية، سواء في مجال البحوث الأكاديمية، أم تلك التي تجريها الشركات. كما يمكننا استغلال التقنيات، وأنظمة سير العمل، وأفضل الممارسات التي تبنَّتها مبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا، ومشروعاتٍ أخرى كثيرة (انظر الشكل "تمهيد الطريق")، فعلى سبيل المثال، تَعمل شركة "فيفتي فور جين" 54gene في لاجوس بنيجيريا على إنشاء مَرافق لتحديد التسلسلات الجينومية لمائة ألف نيجيري، وتفيد الشركة بأنَّ مستثمري وادي السيليكون قد أسهموا بمبلغ 4.5 مليون دولار من أجل تأسيس بنكٍ حيوي (https://54gene.com).

والناحية الثانية من هذه النواحي هي **الكوادر البشرية**، إذ نحتاج أيضًا إلى تدريب باحثين في مجالات الطب والتكنولوجيا، مع التركيز على علم الجينات البشرية، وعلم المعلومات، وعلوم الحاسوب. وفي الظروف المثالية، سيتحقق ذلك عن طريق إنشاء برامج دراسات عليا في الجامعات الأفريقية، ومراكز للتميُّز في الطب الجيني بمَرافق الرعاية الصحية في القارة.

والحوكمة هي الناحية الأخيرة. فأكثر التحديات صعوبةً سيكون تطوير البِنَى التحتية الإكلينيكية، والحكومية، والاجتماعية، لتستوعب الثقافات والشعوب المتنوعة في جميع أرجاء القارة. أضِف إلى هذا أنَّ المعلومات التي سينتجها ذلك المشروع وبنوكه الحيوية ستكون لها تداعياتٌ أخلاقية هائلة. ففي الوقت الحالي، نفتقر إلى الأبحاث التي تكشف آراء الناس في القارة بشأن قضايا معينة، منها مسائل الموافَقة المستنيرة، والمشاركة المجتمعية، والخصوصية والسرية، واستخدام المعلومات الجينية. كما نجهل وجهات نظرهم بشأن حوكمة المستودعات الحيوية، ومشاركة المنافع وعوائد نتائج الأبحاث، ولا نعرف شيئًا كذلك عن مخاوفهم من استغلالهم في المشروعات التعاونية البحثية، وفي الأنشطة الهادفة إلى الربح. وقد تسببت أوجه القصور هذه في إثارة الجدل عندما خطط معهد «وِيلْكَم سانجر» بالمملكة المتحدة لجَنْي المال عن طريق الترويج لمجموعة من أدوات تحديد الجينات، طُوِّرَت بناءً على معلوماتٍ مستنبطة من جينوماتٍ أفريقية (انظر: go. nature.com/3r7elep). صحيحٌ أنَّ الهيئات التشريعية في جنوب أفريقيا تناقش مشروع قانون حماية المعلومات الشخصية منذ سنوات، لكنْ هناك حاجة ماسة إلى وضع أطر عمل رسمية خاصة بهذه القضايا، وتداعياتها الأخلاقية، والقانونية، والاجتماعية. كما ينبغي بذل جهودٍ



BRENT STIRTON/REPORTAGE BY GETTY

نساءٌ من شعب الهوسا في قرية كونو بجنوب أفريقيا، وهو شعب توجد طفراتٌ نادرة لدى المنتمين إليه.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تمهيد الطريق: يمكن لمشروع «ثلاثة ملايين جينوم أفريقي» أن يعتمد على نتائج المشروعات القائمة

البرامج	الانطلاق (المدة)	التمويل	الغرض	المنتجات
مبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا (H3Africa)	2011 (عشر سنوات)	180 مليون دولار أمريكي من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH)، وصندوق وِيلْكِم (بالتعاوُن مع الجمعية الأفريقية لعلم الجينات البشرية)	تأسيس مشروعاتٍ تعاونية، وإجراء بحوثٍ في مجال الجينات، يقودها العلماء الأفريقيون، وتهدف إلى خدمة سكان القارة.	توفير بيانات التسلسلات الجينومية والارتباطات على نطاق الجينوم لعددٍ يبلغ 79,254 فردًا من 30 بلدًا أفريقيًّا مختلفًا، بالإضافة إلى تأسيس ثلاثة مستودعات حيوية (في نيجيريا، وأوغندا، وجنوب أفريقيا).
شبكة الأسس الوبائية الجينومية للملاريا (MalariaGEN)	2005 (مستمر)	صندوق وِيلْكَم، ومجلس البحوث الطبية بالمملكة المتحدة، ومؤسسة «بيل آند مليندا جيتس»، ومعاهد الصحة الوطنية الأمريكية	توصيل الباحثين في مجال الجينوم بالأطباء الإكلينيكيين في البلدان التي توطَّن بها مرض الملاريا.	توفير بيانات الارتباطات على نطاق الجينوم لسبعة عشر ألف فرد من 39 بلدًا (12 منها في أفريقيا).
برنامج استغلال علم البيانات في الاكتشافات والابتكارات الصحية بأفريقيا (DS-I Africa)	2020 (خمس سنوات)	58 مليون دولار من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية	النهوض بعلم البيانات في أفريقيا، ليعود بالنفع على مجال الرعاية الإكلينيكية، والصحة العامة، والبحث العلمي.	معلق
برنامج «ترانس-أوميكس» للطب الدقيق (TOPMed)	2014 (مستمر)	معاهد الصحة الوطنية الأمريكية	دمج بيانات التسلسلات الجينومية والبيانات الجزيئية والإكلينيكية، لتصميم علاجاتٍ تناسب كل فرد.	تحديد تسلسلات أكثر من 90 ألف جينوم كامل، وتوفير بيانات الارتباطات على نطاق الجينوم لعددٍ يبلغ 155 ألف فرد من أكثر من 80 دراسة مختلفة، منهم 47,020 مشاركًا من أصولٍ أفريقية.
قاعدة بيانات تجميع الجينوم (gnomAD)	2017 (مستمر)	معهد برود	تجميع البيانات من المشروعات الكبرى لتحديد التسلسلات الجينية، والتوفيق بينها، ونشرها على منصةٍ عامة.	توفير بيانات أكثر من 140 ألف إكسوم (منطقة مرمزة للبروتين) وجينوم من مجموعةٍ متنوعة من مشروعات تحديد التسلسلات الجينية، شارك فيها 20,744 مشاركًا من الأفريقيين، أو الأمريكيين ذوي الأصول الأفريقية
البنك الحيوي البريطاني	2006 (مستمر)	332.3 مليون دولار (من هيئاتٍ متعددة في المملكة المتحدة)	توفير البيانات الجينية والبيانات الطبية الحيوية الخاصة بعددٍ كبير من الأفراد، لتُستخدم في البحوث الطبية.	توفير البيانات الإكلينيكية وبيانات الارتباطات على نطاق الجينوم لعددٍ يبلغ 500 ألف مشارك، منهم 8,066 أفريقيًّا أسود، بالإضافة إلى بيانات 200 ألف إكسوم من إكسومات المشاركين.

مُنسَّقة لتصميم بحوثٍ جينومية تركز على المساواة والإنصاف. وينبغي لهذه الأبحاث أن تستند إلى نظريات العدالة العالمية، والمفاهيم الأفريقية، مثل مبدأ "أوبونتو" Ubuntu، الذي يعني بوجه عام "روح الجماعة".

الخطوات الأولى

لنضع أهدافًا وخططًا شاملة، ينبغي لأعضاء الجمعية الأفريقية لعلم الجينات البشرية، والأكاديمية الأفريقية للعلوم، ومبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا، أن يتعاونوا مع الأكاديميين، والعلماء، والجمعيات المهنية، وممثلي الحكومات، والعاملين في مجال الرعاية الصحية، والمدافعين عن حقوق المرضى، وغيرهم. وكما حدث في مبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا، يمكن تنقيح هذه الأهداف من خلال اللقاءات الدورية التي ستعقدها مجموعات العمل (مثل تلك المعنية بعلم الجينات الطبي، والتدريب، والمستودعات الحيوية، والمشاركة الجماهيرية، والاستدامة)، على أنْ تتخلل هذه اللقاءات اجتماعاتٌ أوسع نطاقًا.

وستحتاج الحكومات إلى أن تركز على بناء مراكز بيانات، وتطوير خدمات الطب الجيني، وتأسيس البرامج الأكاديمية. كما لا بد لها أن تُيسِّر التعاوُن بين القطاعين العام والخاص في مشروعات البحث والتطوير، والتطبيقات الخاصة بالرعاية الصحية الإكلينيكية، وأن تضع لوائح قانونية وأخلاقية تتعلق بالبيانات الشخصية، ومسألة موافقات المشاركين في الدراسات، وغيرها. كما سيلزم تشكيل لجنةٍ في منظمة الصحة العالمية، أو الاتحاد الأفريقي، تملك الصلاحيات للمساعدة في تطوير هذه البنية التحتية، وتنسيق عملها، وذلك لتيسير إجراء الدراسات التي تشارك فيها بلدان مختلفة. ومن الممكن أيضًا أن نوفر حوافز ضريبية وسوقية، لتشجيع القطاع الخاص على توجيه البحوث الجينومية نحو دراسة الأمراض التي لا تحظى بالاهتمام الكافي.

سيُطرح أيضًا سؤالٌ بديهي، نتيجةً لهذا المشروع، هو: كيف يمكن تبرير العمل على تحديد التسلسلات الجينومية لهذا العدد الضخم من الأفراد، بينما لا يزال الأفريقيون يموتون من جرَّاء سوء التغذية، والملاريا، وفيروس نقص المناعة البشرية (HIV)؟

أعتقد أنَّ المشروع سيُحسِّن قدرات القارة في مجموعةٍ واسعة من تخصصات الطب الحيوي، وهذا سيُزوِّدها بما تحتاجه لمواجهة تحديات الصحة العامة على نحوٍ يحقق مزيدًا من الإنصاف، كما سينتج المشروع معارف يمكن أن تفيد المجموعات السكانية المعرَّضة للخطر. ففي الواقع، ثمة أدلةٌ على أنَّ آثار الحالات الحادة لسوء التغذية وعلاجاتها تتأثر بمتغيِّرات جينية محددة[14]. كما أنَّ مشروع الجينوم البشري قد أسرع خطى التقدم في مجال الطب بوجهٍ عام، ومن أمثلة ذلك: تطوير تقنيات جزيئية لتشخيص الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية ومرض السل، وهي تقنيات تُستخدَم على نطاقٍ واسع في قارة أفريقيا. ووفَّر ذلك المشروع كذلك معلوماتٍ انبنت عليها طرقٌ وقائية وعلاجية للتعامل مع فيروس نقص المناعة البشرية.

وهذه الفوائد يمكن لمشروعنا أن يُوسِّع نطاقها. فالمتغيِّرات الجينية التي تؤثر على أيض العقاقير المضادة لفيروس نقص المناعة البشرية عُثِرَ عليها بالفعل لدى سكان البلدان مرتفعة الدخل. ويحمل ما يصل إلى 47% من المجموعات السكانية الأفريقية والأمريكيين ذوي الأصول الأفريقية المتغيِّر *CYP2B6*6*، المرتبط بالآثار الجانبية الحادَّة لعقار "إيفافيرينز" efavirenz15 المضاد للفيروس، وهو ما يعزز احتمالات تفويت الأفراد لجرعات العقار ونشوء مقاومة فيروسية له. ولهذا، لا بد للبحوث الجينية الصيدلانية أن تركز أكثر على أن يحصل الناس في أفريقيا على العلاجات الأكثر فعالية التي تناسبهم.

كما يجب أن يخدم هذا المشروع المجموعات السكانية التي سيدرسها، وأن يسهم في تحسين خدمات الرعاية الصحية الأساسية. فما جدوى تحديد المتغيِّرات المرتبطة بسرطان الثدي، أو أمراض القلب والأوعية الدموية لدى أشخاصٍ لا يستطيعون الخضوع لفحوص الثدي الشعاعية، أو فحوص الكشف عن ارتفاع ضغط الدم، ولن تتوفر لهم غالبًا العلاجات الطبية؟ وختامًا، فإنَّ هذا المشروع -على غرار مبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا- لا بد أن يفيد ممارسات الطب الجيني في العالم بأسره، وكذلك في أوساط المجموعات السكانية بالقارة، في نواحٍ تتجاوز علم الجينات بكثير.

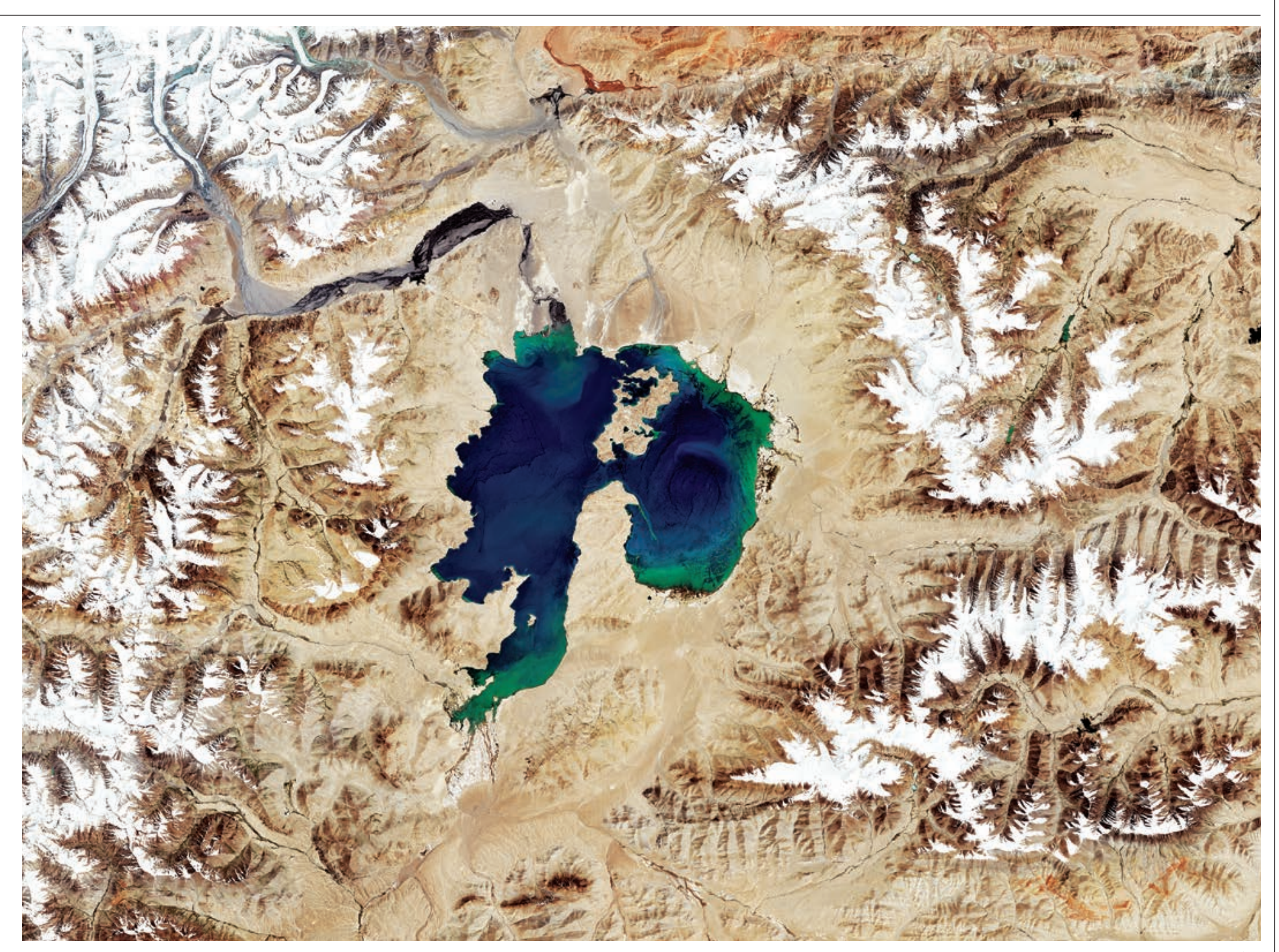
أمبرواز وونكام

أستاذ علم الجينات الطبي، والوكيل المعنيّ بشؤون البحث العلمي في كلية علوم الصحة بجامعة كيب تاون في جنوب أفريقيا. وهو أيضًا رئيس الجمعية الأفريقية لعلم الجينات البشرية؛ ويشارك في إدارة مبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا.

البريد الإلكتروني: ambroise.wonkam@uct.ac.za

1. Sirugo, G., Williams, S. M. & Tishkoff, S. A. *Cell* **177**, 26–31 (2019).
2. Adedokun, B. O., Olopade, C. O. & Olopade, O. I. *Glob. Health Action* **9**, 31026 (2016).
3. Sherman, R. M. *et al. Nature Genet.* **51**, 30–35 (2019).
4. Choudhury, A. *et al. Nature* **586**, 741–748 (2020).
5. Green, E. D. *et al. Nature* **586**, 683–692 (2020).
6. Cohen, J. *et al. Nature Genet.* **37**, 161–165 (2005).
7. Gulsuner, S. *et al. Science* **367**, 569–573 (2020).
8. Genovese, G. *et al. Nature Neurosci.* **19**, 1433–1441 (2016).
9. Curtis, D. *Psychiatr. Genet.* **28**, 85–89 (2018).
10. Wonkam, A., Manyisa, N., Bope, C. D., Dandara, C. & Chimusa, E. R. *Hum. Mol. Genet.* **29**, 3729–3743 (2020).
11. Wonkam, A. *et al. Clin. Transl. Med.* **10**, e152 (2020).
12. Geard, A. *et al. Br. J. Haematol.* **178**, 629–639 (2017).
13. Menzel, S. *et al. Nature Genet.* **39**, 1197–1199 (2007).
14. Schulze, K. V. *et al. Nature Commun.* **10**, 5791 (2019).
15. Swart, M. *et al. Pharmacogenet. Genomics* **23**, 415–427 (2013).

كتب وفنون


USGS/NASA LANDSAT/ORBITAL HORIZON/GALLO IMAGES/GETT

نشأت بحيرة كاراكول في طاجيكستان في حفرة نتجت عن ارتطام نيزكي.

تاريخٌ سَجَّلَتْه الصخور القادمة من الفضاء

شواهد كيميائية في النيازك تكشف قصة ميلاد مجموعتنا الشمسية. **ميناكشي وادوا**

في عصر الثالث عشر من ديسمبر من عام 1795، وقع حدث مذهل على مرأى من ثلاثة حَرَّاثين في مقاطعة يوركشاير الإنجليزية. فقد هبطت أمام أبصارهم صخرة من السماء، أحدثت تجويفًا عميقًا في الأرض، قرب قرية وولد نيوتن. ولما دَوّى الارتطام كصوت الرصاص، هرع سكان المناطق المجاورة إلى منشأ الصوت، ليجدوا حجرًا دافئًا استقر في حفرة بالأرض، ويضاهي حجمه حجم رغيف خبز.

انتهى الحال بهذه الصخرة الغريبة، التي لم يُعرف لها مثيل آنذاك في إنجلترا كافة، بين أيدي بضعة باحثين، ومنهم الكيميائي إدوارد هَوارد، الذي فحص تلك الصخرة، وصخورًا أخرى مثلها تساقطت من السماء في أنحاء أوروبا. وخلُص في ورقة بحثية شهيرة، نُشرت في عام 1802، إلى تصنيف جديد لهذه الصخور، أَدْرَجَها تحت فئة من الأجسام القادمة من خارج كوكب الأرض، صارت تُعرف باسم النيازك (E. C. Howard *Phil. Trans. R. Soc.* **92**, 168-212; 1802).

وتشبه النيازك كبسولات زمنية كونية، إذ تسجل تفاصيل أحداث من بواكير حياة نظامنا الشمسي. ومن هنا، يتقصى ويحلل باحثون علميون بعناية الشواهد الكونية الكيميائية التي تنطوي عليها هذه الصخور، مثل التفاوُت في نسب ثلاثة نظائر طبيعية للأكسجين. وهي تفاصيل قد لا تبدو مثيرة للاهتمام لغير المتخصص. وأرشح عادةً كتاب "النيازك وكواكبها الأم" *Meteorites and Their Parent Planets* للمؤلف هاري مكسوين، بوصفه مادة ممتعة، يسهل فهمها لعموم القراء النهمين لمزيد من المعرفة، بيد أن المشكلة هي أن أحدث طبعات هذا الكتاب صدرت في عام 1999، وقد شهد المجال تطورات كبيرة خلال العقدين الماضيين، لكن من حسن الحظ أن لدي كتابًا جديدًا يمكنني ترشيحه.

وفي هذا السياق، يقدم الكيميائي والجيولوجي تيم جريجوري في كتابه الجديد "النيازك" *Meteorite* سردًا ثريًّا يزخر بالقصص العلمية التاريخية، التي تسلط الضوء على آخر مستجدات ذلك المجال، إذ يثير في أذهاننا -بأسلوبه في العرض، الذي ينبئ بشغف شديد بمادته- صورًا لبيئات وأحداث غير مألوفة تمامًا للبشر. فتأمل على

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

سبيل المثال وصفه للمراحل الأولى من عمر الشمس، قبل حوالي أربعة مليارات عام ونصف مليار عام، الذي يقول فيه: "اصطخبت الرياح وخصل رفيعة من التيارات الغازية، فتُجُمِّعَت تدريجيًّا ذرات الغبار في دوامات من السحب تشبه كرات العشب المتدحرجة".

قصص ظهور مفاجئ

يبدأ المؤلف كتابه بالظروف المدهشة التي أحاطت بعدد مما سَجَّله التاريخ من أحداث اكتشاف النيازك وسقوطها، ومن تلك القصص: قصة صخرة "وولد نيوتن"، إلا أن جريجوري ينبِّهنا إلى أن ولع البشر بالنيازك موغل في القِدم، فيصف على سبيل المثال، خنجرًا حديديًّا وُجد في مقبرة الفرعون المصري توت عنخ آمون، التي يعود تاريخها تقريبًا إلى عام 1350 قبل الميلاد. وقد نُحِت الخنجر من مادة نيزكية.

وينتقل المؤلف بعد ذلك إلى تاريخ اكتشاف تجمعات من النيازك في القارة القطبية الجنوبية، وفي بعض الصحاري الحارة، حيث يؤدي انخفاض معدلات سقوط الأمطار إلى إقلال معدلات تعرية هذه الصخور المتساقطة من الفضاء وتآكُلها. ومن هنا، تتوجه عادةً حملات البحث عن النيازك، التي تنطلق من دول مثل الولايات المتحدة واليابان، إلى القارة القطبية الجنوبية، حيث تحمل الصفائح الجليدية النيازك في أثناء حركتها وكأنها أحزمة ناقلة، فتُراكِمها في مناطق محددة.

ويشرح جريجوري الطرق التي تقيس بها الأدوات التحليلية الحديثة تراكيب النيازك بدقة وإتقان منقطعَي النظير. ويصف لنا "قطرات أمطار من نيران" تكونت عندما انصهرت فجأة كُتَل من غبار يعود إلى فجر الكون، لتنشأ عنها قُطيرات مستديرة تصلبت سريعًا، واتحدت مع مواد صلبة أخرى، لتشكل أجرامًا بحجم كويكبات، وبداياتٍ لما سيصير لاحقًا كواكب. وهذه القطيرات المتصلبة، أو ما يُعرف بالكوندريولات توجد في بعض من أكثر أنواع النيازك شيوعًا، أو ما يُسمى بالـ"كوندريتات". وفهْم العملية التي أدَّت إلى تَشَكُّلها، يكسبنا رؤى متعمقة عن الكيفية التي تشكلت بها الكواكب في بواكير النظام الشمسي.

إن النيازك قد تحمل لنا معلومات عما هو أقدم حتى من منظومتنا الشمسية، إذ تنطوي على مفاتيح لمعرفة طبيعة الفضاء بين النجوم والسحب الجزيئية الكثيفة التي قد تتشكل به، وكذلك لمعرفة كيف تندمج العناصر في النجوم حديثة النشأة. وتخبرنا الدراسات عن النيازك ومكوناتها أن الموقع الذي بزغت فيه المنظومة الشمسية في مجرّتنا كان في الماضي السحيق موقعًا أكثر نشاطًا


CHRISTINE FLOSS/ANSMET/NSF/NASA

باحثان في أثناء جَمْعهما عينات، ضمن برنامج "البحث عن النيازك في القارة القطبية الجنوبية" Antarctic Search for Meteorites .




"النيازك.. صخور من الفضاء الخارجي شَكَّلَت عالَمنا"
تيم جريجوري
دار نشر جون موراي (2020)

وتخليقًا للنجوم مما هو عليه الآن.

يخوض جريجوري أيضا نِقاشًا معمقًا حول النيازك القادمة من القمر والمريخ، وأحداث ارتطامها الكبرى بالأرض (خاصة الارتطام الذي حدث قبل حوالي 66 مليون عام، الذي سحق ثلاثة أرباع صور الحياة النباتية والحيوانية على ظهر الأرض، بما في ذلك الديناصورات

> "تحمِل الصفائح الجليدية النيازك في أثناء حركتها، وكأنها أحزمة ناقلة، فتُراكِمها في مناطق محددة".

غير القادرة على الطيران). ويتخلل ذلك النقاش بعض من أكثر الشروح جلاءً وبساطة للمبادئ الكيميائية والفيزيائية الحاكمة لعلم الشهب والنيازك، وعلم الكيمياء الكونية، من بين ما صادفته في الكتب الموجَّهة إلى عموم القراء. فيبين جريجوري على سبيل المثال، كيف ينتج السَّحْب المتبادل، بتأثير قوى الجاذبية، بين كوكب المشترى والكويكبات المتحلّقة بالقرب منه في حزام الكويكبات، اهتزازات واسعة المدى في المدارات، تؤدي بدورها إلى خروج الكويكبات عن مسارها، مما يساعد على بلوغ صخور نيزكية الأرض. كما يوضح المؤلف أيضًا كيف أن الباحثين قد يعمدون إلى دراسة محتوى النيازك من نظائر الأكسجين، بوصفه "بصمة" تتيح اكتشاف الموضع الذي تشكّل به النيزك في السديم الشمسي، أو كيف قد يستخدمون نظائر نادرة لعناصر أخرى ليُقَدِّروا زمن تعَرُّض النيزك للأشعة الكونية في الفضاء بين الكواكب.

بيد أن الكتاب يُغفِل ذكر شخصيتين بارزتين ممن شكلوا هذا الحقل المعرفي، إحداهما شخصية هارفي نينينجر، الذي عَلَّم نفسه بنفسه في هذا المجال، لكن أبحاثه المكثفة وما جمعه من صخور أرسيا اللبنات الأساسية لعلم الشُهب والنيازك كمبحث معرفي في ثلاثينات القرن الماضي. (ويُذكر أن هواة جمع الصخور النيزكية، من غير الأكاديميين، لا يزالون يلعبون دورًا مهمًّا في المجال وفي تَقَدُّمه بما يُسَهِّلون توفيره للباحثين من أنواع جديدة من الصخور النيزكية). أما الشخصية الثانية، فهي شخصية وليام كاسيدي، الذي أسهم في إرساء منهجية لانتقاء الصخور النيزكية وجمْعها في القارة القطبية الجنوبية.

يستحق هذا الكتاب المثالي إصدارًا ثانيًا منه، يحوي عددًا أكبر من الرسوم التوضيحية والصور الفوتوغرافية، وكذلك المزيد من المصادر والاستشهادات المرجعية. ففي جميع الأحوال، تُعد النيازك مفتاحًا لسبر أغوار كوكبنا، ومجموعتنا الشمسية، وغيرهما من العوالم. فبدراستها، على حد قول جريجوري: "تتكشف لنا، عبر الفحوص المجهرية، قصص سُطِرت على مدى سنوات ضوئية، لنجد أنفسنا أمام آمادٍ زمنية تبث في النفس الهيبة والإكبار، من أطول ما عرف البشر".

ميناكشي وادوا رئيس كلية الأرض واستكشاف الفضاء، التابعة لجامعة أريزونا الحكومية في مدينة تِمبي، وأستاذة في هذه الكلية أيضًا. وقد أُطلق اسمها على الكويكب 8356 وادوا، تقديرًا لإسهاماتها في علم الشهب والنيازك، وعلم الكواكب.
البريد الإلكتروني: meenakshi.wadhwa@asu.edu



LIB. OF CONGRESS/PRINTS & PHOTOGRAPHS DIVISION

رسمة لجيمس جيلراي، تعود إلى عام 1802، تجسد المخاوف من تلقِّي تطعيم الجدري المستمد من الأبقار المصابة بالمرض

فن الكاريكاتير: مرآةٌ تعكس الشدّ والجذب بين العلم والمجتمع

المؤرخة باتريشيا فارا تجمع رسومًا كاريكاتيرية تتناول السجال المجتمعي والسياسي الذي صاحب مَولد البحث العلمي في العصر الحديث. **أليكساندرا فيتزه**

على مدى عشرات السنين، تناولت باتريشيا فارا، مؤرخة العلوم في جامعة كامبريدج بالمملكة المتحدة، في كتاباتها موضوعاتٍ تنوَّعت فيما بينها أشدَّ التنوُّع: من إسحاق نيوتن، حتى النساء اللاتي اتَّجهن إلى البحث العلمي إبَّان فترة الحرب العالمية الأولى. وعلى مدار مسيرتها المهنية، حرصَتْ فارا على جمع عددٍ كبير من الرسوم التوضيحية. وفي كتابٍ لها، لم يخرج بعدُ إلى النور، جمعَتْ 42 رسمًا من رسوم الكاريكاتير، غالبيتها من المملكة المتحدة والولايات والمتحدة بالدرجة الأولى، وتعود إلى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، وتتناول موضوعات علمية.

كان فنّانو تلك الحقبة (من أمثال ويليام هوجارت، وجيمز جيلراي) يوجهون سهام السخرية اللاذعة في تعليقاتهم على الخلافات الاجتماعية والسياسية التي أثيرت حول الأفكار العلمية والطبية والتقنيَّة الناشئة آنذاك: بدءًا من الكهرباء، وصولًا إلى اللقاحات. تكاد هذه الصور تشبه ما بات يُعرف في عصرنا الحاضر بالرسوم الفكاهية الساخرة (أو "ميمز" memes)، إذ كانت تصل إلى نسبةٍ لا يُستهان بها من المتعلمين، وتؤثر في الرأي العام. وقبل ازدهار النشر على نطاق واسع، كانت تلك الصور تباع على هيئة قطع مفردة، محفورة على الخشب أو المعدن، وعادة ما تكون ملوَّنة يدويًّا، إذ كانت تُعرض في نوافذ العرض الخاصة بالمتاجر، بهدف إثارة إعجاب المارّة، وحث الأثرياء على شرائها، لإبهار ضيوفهم.

وفي وقت لاحق، عندما أصبحت الصُّحف في متناوَل عموم جمهور القرّاء، انتشرت رسوم الكاريكاتير الملوَّنة باللونين الأبيض والأسود. وفي الحوار الذي أجرته دورية *Nature* مع باتريشيا فارا، تشرح كاتبُتنا كيف أنَّ تلك الرسوم قد نجحت في تسجيل الضجَّة التي صاحبَتْ مَولد العِلْم الغربي الحديث، إضافةً إلى النزعات الاستعمارية والعنصرية، والتمييز على أساس الجنس.

ما أهمية دراسة رسوم الكاريكاتير التاريخية التي تدور حول موضوعات علمية؟

لطالما أثار دهشتي أنَّ تلك الرسوم كانت غنية بالمعلومات إلى حدٍّ لا يُصدَّق، وتعكس دراية عميقة بالعلوم. كانت تحتوي على تفاصيل دقيقة عن المسائل العلمية التي شغلت الناس في ذلك الوقت. ولكي يفهم القارئ تلك الرسوم على وجهها، لا بد له من أن يكون مُلمًّا من المعرفة العلمية بالشيء الكثير. كما تعكس تلك الرسوم مستوى الجدل الذي كان دائرًا في المجال العام في ذلك الوقت. ولنا أن ننظر إلى مقاطع الفيديو المتاحة على منصة "يوتيوب" YouTube على أنها نظيرٌ معاصر لهذه الرسوم، لكي يتسنَّى لنا تصوُّر مقدار المعرفة العلمية التي ضُمِّنت فيها، ومدى اهتمام عموم الناس بتلك الموضوعات.

إلى أي مدى كانت تلك الرسوم عميقة الدلالة من وجهة النظر الفنية؟

كانت رسوم الكاريكاتير تنطوي على طبقات متعددة. والملاحَظ أن النوادر والنكات، التي كانت واضحة الدلالة فيما مضى، تحتاج الآن إلى فك رموزها. في كاريكاتير لجيلراي يعود إلى عام 1795، على سبيل المثال، ظهر جوزيف بانكس، رئيس الجمعية الملكية البريطانية آنذاك، في صورة فراشة ملتحفة برداء أحمر اللون، تضع وسامًا على صدرها. لم يكن يصعُب على مَن ينظر إلى هذا الكاريكاتير في أثناء عصر التنوير أن يدرك أن الصورة إنما تتهكَّم على تكريم الملك جورج الثالث لبانكس، بمنحه وسام درجة "باث" Bath للفروسية. كما لم يكُن من الصعب على قارئ ذلك العصر أن يفطن إلى المعاني الضمنية المحمولة في ثنايا الكاريكاتير،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ومن ذلك أن بانكس كان قد اكتسب سمعة سيئة من جرّاء فضائحه الجنسية في أثناء رحلة بحرية إلى تاهيتي، وأنه كان يتعاون مع الحكومة لتوسيع رقعة المستعمرات البريطانية، وأنه -وهو المسؤول عن تحصيل العوائد الحكومية- لم يفقه شيئًا عن الفيزياء والرياضيات. غير أننا نجد فيه أيضًا تلك القبعة الحمراء، التي أشارت إلى ثوار فرنسا، ضمن النقوش التي يشتمل عليها جناحا الفراشة. لم يكن العلم في ذلك العصر -ولا في عصرنا الحاضر- موضوعًا مجرّدًا، مُنْبَتًّا عن السياق المحيط به، وإنما كان مشبَّعًا بالمآرب والمصالح، تجاريةً كانت، أم شخصية، أم سياسية.

ومن بين رسوم الكاريكاتير الأخرى المفضلة لديّ، رسمٌ يعود إلى عام 1872، يصوّر تشارلز داروين في صورة قرد يجلس القرفصاء قريبًا -قربًا ذا مغزى- من امرأة ترتدي ثوبًا ذا تنورة منتفخة، تشبه الكأسيات البحرية. وجد جمهور العصر الفيكتوري هذا الرسم مضحكًا دون حاجة إلى أي شرح، إذ كان داروين في أحدث كتبه قد أقدَمَ على عقد مقارنة بين مشاعر البشر والحيوانات، كما اعتمد على إحدى أطروحاته القائلة بأن تاريخ تطور النساء جعلهن أكثر مهارة في المطبخ منهن في حجرة المكتب. وقد ذُيِّلَتْ الصورة بتعليق تضمَّن الاسم العلمي للكأسيات البحرية (وهو "الكيسيات البحرية" ascidian)؛ ما يعكس الإقبال الكبير في ذلك العصر على استكشاف الحياة البحرية والصخرية على طول سواحل بريطانيا.

ما سبب هذا الإقبال على داروين من قِبَل رسّامي الكاريكاتير؟

كانت لداروين هيئة مميزة، جعلت منه شخصية كارتونية مثالية، بلحيته الطويلة التي تشبه لحية النبي موسى، وحاجبيه البارزَين، وجبهته المقوَّسة، المليئة بالتجاعيد. وكان يظهر في الرسوم شخصًا لطيفًا، أشبه بقرد ودود، له ذيل طويل ملتوٍ. ولكننا نعرف أيضًا أنَّ صورًا مشابهة قد استُخدِمَتْ في أوقات القلاقل السياسية خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر للإساءة إلى الأيرلنديين، والحطِّ من شأنهم. كما شهدَتْ تلك الفترة تصاعد الجدل حول موضوعات الهويات العرقية، والطبقات الاجتماعية، والقدرات العقلية، وقد زُج بأفكار داروين حول التطوّر في هذه الصراعات على نحوٍ مروِّع. غير أنَّ هذا الجدل قد تغيَّر مجراه تغيُّرًا واضحًا عندما عَمَدَ داروين صراحةً إلى وضع البشر إلى جانب الحيوانات في سلسلة التطور.

كيف عكسَتْ الرسومُ الكاريكاتيرية العنصريةَ السائدة آنذاك، كما حدث في ذلك الكاريكاتير المقزِّز، الذي يحمل اسم "مونكيانا" Monkeyana، ونُشر في مجلة "بانش" *Punch* في عام 1861؟

كان لهذه الرسمة على نفسي وقْعُ الصدمة، غير أنَّ الإقبال الكبير عليها حينئذٍ يعكس كيف أن جمهور ذلك العصر كان ينظر إليها نظرةً مختلفة أشدَّ الاختلاف. تنطوي تلك الرسمة على إشارات كثيرة، كان في وسع أي شخص يعيش في العصر الفيكتوري أن يفطن فورًا إلى ما ترمي إليه. فما مِن شكٍ في أن المستكشفين كانوا يرسلون تقارير تفيد باكتشافهم حيوانات الغوريلا في وسط غابات أفريقيا، ويصفون كم كانت مرعبة. في ذلك السياق على وجه التحديد، ظهرَتْ هذه الرسمة، التي تصوِّر غوريلا ترتدي لافتة كُتِبَ عليها: "هل أنا إنسان مثلكم، وأخ لكم؟"، في إشارة واضحةٍ إلى الشعار السياسي الذي كان يرفعه يوشيا ويدجوود، أحد الناشطين المناهضين للرق في ذلك الوقت.

كان من الممكن أن يربط جمهور ذلك العصر تلك الرسمة بأفكار أخرى، لا تقل عن الأولى بشاعة، لو أننا أخَذْنا في الحكم عليها بوجهة النظر المعاصرة؛ حيث كان البعض خلال العصر الفيكتوري ينظر إلى الأفارقة المستعبَدين على أنهم حيوانات، وهو الأمر الذي سوَّغوا به اقتراف الفظائع الوحشية ضد هذه الفئة، واستعبادهم. كما كانوا يؤمنون بوجود هرم عِرْقي، يعتلي قمته الأوروبيون البيض، ويقبع في القاع الآسيويون والأفارقة. وقد أدى ذلك إلى اندلاع الجدل حول مكانة النساء: هل توضع النساء الأوروبيات في موضع أعلى من الرجال الآسيويين، أم أدنى منهم؟ من المُفزع حقًّا أن ندرك أن تلك كانت طريقة التفكير السائدة آنذاك، ولكن علينا مواجهة تلك الحقيقة، بدلًا من التغافل عنها، والتظاهر بأن شيئًا من ذلك لم يحدث.

على ذِكر التمييز ضد المرأة، كيف لنا أن نفهم الكاريكاتير الذي تناول عالمة الفلك كارولين هيرشل عام 1790؟

تُصوَّر هيرشل في هذه الرسمة على أنها طُرفة، أو أعجوبة: المرأة التي تستكشف مذنبًا! فما حظيَتْ به هيرشل من تقدير لم يتأتَّ من إسهاماتها العلمية، وإنما جرى تصويرها على أنها شخص غريب الأطوار، تظهرها الرسمة بملامح مُبالَغ فيها، ونرى على أحد خدّيها أثرًا جليًّا لإصابة سابقة بمرض الجديري في طفولتها. أما العبارات المدوَّنة داخل بالونات الكلام في الكاريكاتير، فقد جاءت بلغة إنجليزية ركيكة، للدلالة على أن هيرشل -وهي الألمانية الأصل- كانت تنطق اللغة الإنجليزية بطريقة يعوزها الإتقان. وهكذا، نرى أن الكاريكاتير كان يهزأ بهيرشل، فما السبب وراء ذلك؟ هل مردُّ ذلك إلى خشية الرجال من إثبات النساء جدارتهن؟

لِمَ كثُر تناوُل التطعيم في رسوم الكاريكاتير؟

يُعَد الكاريكاتير الذي رسمه جيلراي في عام 1802 بمثابة تعليق على استحداث إدوارد جينر لقاحًا للجدري، معتمدًا الأجسام المضادة المتكوِّنة في أجسام الأبقار المصابة بالمرض نفسه. يصوِّر هذا الكاريكاتير الشخص الذي يتلقى اللقاح وهو يتحوّل إلى بقرة. في ذلك الوقت، كانت هناك مخاوف حقيقية من النتائج المترتبة على إدخال مواد غريبة، مأخوذة من الحيوانات، داخل جسم الإنسان. وعلى خلاف الوضع القائم الآن، كانت أسباب القلق وجيهة، ذلك أنَّ اللقاح لم يكن قد اختُبر بشكل مناسب، كما أن الأدوات المستخدمة في التطعيم غالبًا ما كانت من الاتِّساخ بحيث تسبَّبت هي ذاتها في جلب الأمراض.

وفي أواخر القرن التاسع عشر، وبعد مرور فترة طويلة على فرض الحكومة البريطانية التطعيم ضد الجدري على الأطفال الصغار، كانت المخاوف لا تزال تراود الكثيرين من أن التطعيم لم يكن فعالًا بنسبة 100%، وأن المرض يمكن أن ينتقل من خلال عملية التطعيم نفسها. وثمة قضية أخرى كانت مضمَّنة في ثنايا هذا الجدل، هي الصراع بين الحرية الفردية، وحق الحكومة في حماية الشعب.

هل لنا أن نرى في هذه الرسوم معادلًا موضوعيًّا لرسوم الكاريكاتير التي تتناول فيروس كورونا؟

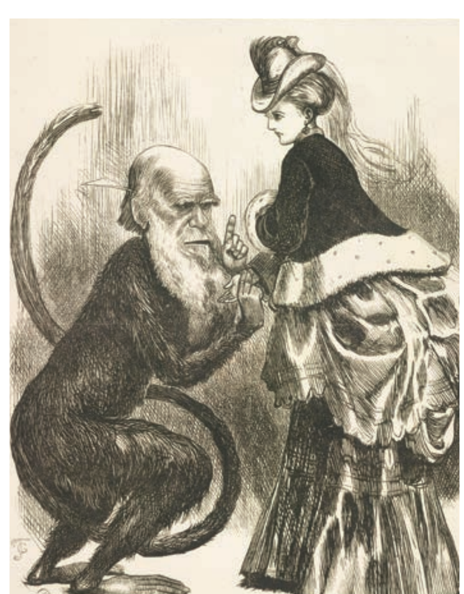
كلا، أجد بينهما اختلافًا كبيرًا. فمعظم الناس اليوم لا يدركون بحق التعقيدات المتصلة بالجدل العلمي. فالعِلْم اليوم يشغل مكانة رفيعة؛ إنه الأساس الذي يقوم عليه المجتمع بأسره.

ولما كان الأمر كذلك، فلا معنى للسخرية منه. ولهذا؛ نجد أن رسوم الكاريكاتير الحديثة لا تسخر من العلماء والأطباء، وإنما من السَّاسة، والزعماء من أمثال دونالد ترامب وبوريس جونسون، ممَّن لا يستمعون باهتمام كافٍ لما يقوله العلماء مثل أنتوني فاوتشي، مدير المعهد القومي الأمريكي لبحوث الحساسية والأمراض المعدية. وقد طالعتُ مؤخرًا كاريكاتيرًا ألمانيًّا رائعًا عن خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي، وسلالة كورونا الجديدة التي اكتُشفت العام الماضي في المملكة المتحدة. نرى في الرسمة فيروسًا ضخمًا بألوان علم الاتحاد البريطاني، يضحك ضحكة متعالية، لأن المملكة المتحدة تملك مرضًا مختلفًا عن ذلك المنتشر في سائر أرجاء أوروبا. والحقُّ أن التعبير بالرسم يمثل طريقة فعّالة للغاية في نقل الرسائل، فهذه حقيقة كان رسامو الكاريكاتير في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر يدركونها جيدًا.

أجرت المقابلة: أليكسندرا فيتزه.

خضعت هذه المقابلة للتحرير لدواعي الطول والوضوح.





على اليمين: كاريكاتير يسخر من كارولين هيرشل، بعنوان "الفيلسوفة تعثر على المذنب عن طريق حاسة الشم". وعلى اليسار: رسم كاريكاتيري يظهر فيه تشارلز داروين.

فصول مظلمة من التاريخ: تجارب السمِّية المروعة على السجناء في أوروبا

تؤكد تقارير مفزعة لهذه التجارب أنها استعانت بمجموعات مقارنة، واستهدفت مصلحة المجتمع. **أليسون أبوت**

في زمن شهد انتشار العدوى ودجالي الطب، تحدى طبيب مكيافيللي -من صناع القرار السياسي- التقاليد السائدة حرصًا على حماية منصبه، وقرر تمويل إجراء تجارب ذات مجموعة مقارنة على أكثر الفئات تعرضًا للتهميش.

حدث هذا في عام 1542، عندما أعد هذا الجراح الإيطالي، جريجوريو كارافيتا، زيتًا دوائيًّا، وعرَضه على البابا كليمينت السابع بوصفه ترياقًا للسم. وكانت هناك آنذاك عدة أسباب وجيهة دعت البابا إلى التخوُّف من تعرُّضه للتسمم. ومن ثم، بدلًا من رفض مطلب كارافيتا البغيض، قرر أن يختبر هذا الاختراع على سجناء مُدانين.

ومن ثم، أُختير سجينان من كورسيكا، أُدين أحدهما بالسرقة، والآخر بالقتل، وأطعمهما الأطباء كعكًا بحلوى المرزبانية، احتوى على عشبة البيش القاتلة. وعندما أخذ السجينان في الصراخ والتلوي من فرط الألم، فرك كارافيتا جسد أحدهما بالزيت، فنجا هذا السجين، وكوفئ بتخفيف حكم الإعدام الذي صدر بحقه ليصبح حُكمًا بالعمل المؤبد على إحدى السفن كأحد العبيد بها. أما السجين الذي لم يتلق العلاج، فقد ظل يقاسي العذاب لأربع ساعات، قبل أن يفارق الحياة.

أجرى التجربةَ التالية لاختبار فعالية زيت كارافيتا فريقٌ من المسؤولين، مكون من صيدلي البابا، وطبيبه الخاص، وسيناتور روماني، حيث أرادوا التأكد من أن الدواء ليس محض خدعة، ورغبوا في اختبار فعاليته ضد أنواع أخرى من السموم. لهذا، أعطوا مزيجًا من البيض النيئ، والسكر، والزرنيخ لرجل من جزيرة مانتوفا أُدين بتهمة القتل. وقد نجا هو الآخر، ليصبح عبدًا على إحدى السفن حتى آخر أيامه.

وبعد مرور أسبوعين، نشر الفريق الذي أجرى التجربة تقريرًا مكونًا من أربع صفحات عنها، وصف آثار السم بها، وأكَّد على وجود "رجال أتقياء" صلوا من أجل السجناء. (وتجدر الإشارة إلى أنه من المستحيل أن نحاول اليوم معرفة ما إذا كان هذا الترياق قد أظهر فعالية بحق، أم لا، إذ إننا لا نستطيع أن نحدد بدقة مكوناته، ولا الجرعات التي أُعطيت منه للسجناء).

الاندفاع إلى التبريرات

مثلت هاتان التجربتان بداية سلسلة من تجارب السمِّية التي أجريت على سجناء في أوروبا في القرن السادس عشر. وتسوق المؤرخة أليشا رانكِن في كتابها المعنوَن "تجارب السموم" *The Poison Trials* تفاصيل مروعة عن هذه التجارب الوحشية التي أجريت على البشر، إذ كشفت أبحاثها عن أكثر من اثنتي عشرة تجربة موثقة من هذا النوع (بعضها ألمحت بياناته إلى تجارب أخرى لم توثق). وقد أُجري أكثر من نصف هذه التجارب في فرنسا، وإيطاليا، والإمبراطورية الرومانية بين عامي 1560، و1580، وكان آخرها في نهاية القرن السادس عشر.

وتقول رانكن إنه على الرغم من أن مفهوم حقوق الإنسان لم يكن قد ظهر في ذاك الوقت، إلا أن الأشخاص الذين أجروا هذه التجارب شعروا بالحاجة المُلِحة لتبرير ما اقترفوه أمام المجتمع. وقد مهَّد هذا النهج البحثي الذي وَثَّقوا فيه للنهج المتبع خلال عصر التجارب بعد قرابة قرن من الزمان.



ساد اعتقاد بأن سُمًّا كان السبب وراء الطاعون الذي ضرب مدينة فلورنسا بإيطاليا خلال القرن الرابع عشر.

وجدير بالذكر أنه في أوروبا القرن السادس عشر، انتشرت السموم في كل حدب وصوب، فكان من الممكن أن يلقى أي شخص حتفه من جراء لدغة ثعبان، أو تناوُل عشب أو فطر سام بطريق الخطأ. واتسمت القوانين في هذا الشأن بالتراخي، فكانت السموم تتاح بسهولة لأي شخص يرغب في القضاء على غزو لفئران، أو اغتيال شخصية سياسية.

وقد ساد اعتقاد آنذاك بأن أحد أنواع السموم المُعدية هو السبب وراء الطاعون الأسود الذي اجتاح أوروبا في موجات تفش مدمرة خلال عصر النهضة (لكننا الآن بتنا نعرف أن السبب الحقيقي كان بكتيريا اليرسينيا الطاعونية *Yersinia pestis*). ولهذا، رأى البابا كليمينت أنه لو أثبت أن في حوزته ترياقًا واسع المدى، فسيبرهن على قدرته على التصدي لأعدائه وحماية شعبه من الطاعون في آن واحد.

وكان كليمينت أول من وُثِّق إشرافه على تجارب السمية على البشر بعد قدماء الإغريق، إذ أضحت هذه الممارسات محظورة في العالم القديم بحلول القرن الثاني الميلادي. ولهذا، نجد أن الطبيب جالينوس في روما أجرى تجاربه على الديوك الصغيرة، بدلًا من البشر، واشتهرت تجاربه باستخدام مجموعات مقارنة، فكان يقسم هذه الطيور إلى مجموعتين، ثم يسممها جميعًا، وبعدها يعطى الترياق لإحدى المجموعتين.

وتصف رانكِن كيف أحيت تجربة كليمينت التي استخدمت زيت كارافيتا هذا النهج العلمي، وأطالت أمده. وقد أوردت سجلات هذه الدراسات تفاصيل صادمة عن الآثار الفسيولوجية التي تظهر بمرور الوقت، نتيجة تناوُل السموم.

وقد سارت تجارب السمية اللاحقة على المنوال ذاته، من حيث تصميمها، وعملية التوثيق الجاد لها، وذلك في محاولة لتقديم دلائل مقْنِعة على فعاليتها. فتوضح رانكن حرص الأطباء والمثقفين المرموقين الذين أجروا هذه التجارب على تمييز أنفسهم عن المدّعين الذين كانوا يروجون لأنواع الترياق التي يحضّرونها في الأسواق.

وتضيف رانكِن أن تلك التجارب كانت محفوفة بالإشكاليات الأخلاقية منذ بدايتها، وهي إشكاليات طُرِحت أيضًا فيما يتعلق بتشريح الجثث البشرية، الذي كان قد أصبح شائعًا إلى حد ما في الدوائر العلمية الأوروبية في القرن السادس عشر. فعلى عكس الاعتقاد الشائع، لم تحظر الكنيسة الكاثوليكية تشريح الجثث، لكنه مثَّل قضية مؤرقة، إلى حدِّ دفع البابا كليمينت في عام 1531 إلى إصدار تشريعات تقنن ترخيص هذا التشريح، وتُخضِع ممارسته لإشراف الكنيسة والسلطات المدنية. وتُتابِع رانكِن بقولها إنّ كليمينت وعي بخطورة هذا الاتجاه، وهو ما جعله يحرص على توضيح اتّباعه لكل هذه القواعد خلال إجرائه تجارب التحقق من فعالية الزيت الذي أعده كارافيتا.

أخلاقيات الطب البدائي

أكدت التقارير التي تناولت تجارب السمِّية على فوائد هذه التجارب للمجتمع. ولذلك، مع توالي العقود، بدأت هذه التقارير تتضمن بيانات تفيد بأن السجناء قد وافقوا على المشاركة في التجارب، دون إكراه، لكن تنوِّه رانكِن إلى أن السجناء الذين اختيروا للمشاركة في هذه التجارب كانوا في الغالب من الأجانب.

وتوسع رانكن زاوية العرض لتتناول مزاعم عن قدرة بعض العقاقير على علاج الأمراض كافة، وهي ادعاءات ظهرت خلال الفترة الزمنية نفسها. وعلى الرغم من جنوح أسلوب رانكِن إلى التكرار والغموض في بعض الأحيان، إلا أن الكتاب يأسر اهتمام القارئ بفضل الحكايات الطريفة التي يتضمنها. فعلى سبيل المثال، نعرف من الكتاب أن أنواع الترياق المتداولة تألفت في الغالب من مزيج غريب من المكونات، منها الأعشاب، والتوابل، وأنواع معينة من الطين والأفيون، وأجزاء من أجساد الحيوانات، ومنتجات أخرى متنوعة في غرابتها. وقد كانت كتل البازهر عالية القيمة آنذاك، وهي كتل متصلبة من المواد، اعتُقد أنها توجِد في الأجهزة الهضمية لبعض الحيوانات، وفي قرون حيوان أحادي القرن، الذي كان وجوده في عصر النهضة لا يزال محل نقاش، ولم يُدحض بعد.

تتمثل جاذبية الكتاب في عرضه للمحاولات المبكرة الساعية إلى الوصول إلى نهج طبي يمكن أن نَصِفه اليوم بالعلمي، إلى جانب ما يكشفه عن الكيفية التي صارت بها هذه المحاولات سريعًا -وبصورة بدت غريزية- جزءًا أصيلًا يدخل في بناء النسخة البدائية مما يمكن أن نطلِق عليه اليوم أخلاقيات الطب. فتلك الإشكاليات، شأنها شأن موجات تفشي الأمراض المعدية، واجهتنا على مر التاريخ.

"تجارب السمِّية"
أليشا رانكن
دار نشر جامعة شيكاجو،
(2021).

أليسون أبوت تقيم في مدينة ميونخ الألمانية، وقد عملت منذ عقود في دورية *Nature* على تقديم تغطية صحفية للعلوم وتاريخها في أوروبا.
البريد الإلكتروني: alison.abott.consultant@springernature.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنباء وآراء


DYLAN O'DONNELL

شكل 1: مجرة "النحات" Sculptor، أو NGC 253. تشير تحليلات[1-3] دفقة من انبعاثات أشعة جاما الصادرة من هذه المجرة إلى أنها ناتجة عن انفجار ضخم من أحد النجوم المغناطيسية، وهي بقايا نجمية عالية المغناطيسية.

علم الفلك

قنابل كهرومغناطيسية كونية تكشف أسرارها

كريستوفر تومسون

شُوهد في الخلفية الكونية ما يُعرف بالانفجارات الفلكية للنجوم المغناطيسية العملاقة، بيد أنها كانت انفجارات شديدة السطوع إلى حد أعمى معه أجهزة الرصد. وأخيرًا، كَشَف انفجار فلكي في نقطة أبعد من سابقيه بعض تفاصيل هذه الانبعاثات.

يتقصى كثيرٌ من الأبحاث الفلكية في القرن الواحد والعشرين ظواهر مؤقتة وعابرة. وتكشف التلِسكوبات التي تفتش عن جميع أشعة نطاق الطيف الكهرومغناطيسي، بدءًا من الموجات الراديوية إلى أشعة جاما، عن مجموعة مذهلة من التغيرات المفاجئة السريعة، والغامضة في كثير من الأحيان التي تطرأ في الفضاء. وقد شاب القصور فهْمنا للعديد من أنواع الانفجارات الكونية، مثل المستعرات العظمى، وأحداث تدفق أشعة جاما. ويرجع ذلك إلى عجزنا عن رصد الآليات الداخلية لهذه الظواهر، وإلى ندرة حدوثها في مجرّتنا. وفي ورقتين بحثيتين[1،2] نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature*، إلى جانب دراسة أخرى ثالثة[3] نُشرت في دورية "نيتشر أسترونومي" *Nature Astronomy*، يضع باحثون بعض الأسس لدراسة مجموعة من مصادر الانفجارات الفلكية المولِّدة لأشعة جاما خارج مجرّتنا، وهي مصادر توجد نظائر مشابهة لها بالقرب من كوكبنا، ودُرِست جيدًا في حالة السكون. وقد تكون مرتبطة بأحداث التدفق الراديوي السريعة[4]، التي تُعَد من أكثر موضوعات علم الفلك إثارة للاهتمام.

تتألق بقايا نجمية تُعرف باسم النجوم المغناطيسية على نحو يختلف اختلافًا جوهريًّا عن أي نوع آخر من النجوم، إذ تبدو وكأنها نجوم نيوترونية عادية، مثل النجوم النابضة الراديوية، وتتسم بكثافات أكبر من تلك التي تميز الأنوية الذرية. غير أن مجالاتها المغناطيسية تكون أقوى ألف مرة من المجالات المغناطيسية لأغلب النجوم النابضة (إذ تصل قوتها إلى 10^{11} تسلا)[5]. والمحفِّز الرئيس لإشعاعات هذه النجوم ليس عمليات الاندماج النووي (كما في حال الشمس)، ولا عمليات إطلاق الطاقة الحرارية المتبقية (كما في حال الأقزام البيضاء التي تتشكل من بقايا نجوم شبيهة بالشمس)، ولا حتى الدوران النجمي (كما في حال النجوم النابضة الراديوية)، وإنما يؤدي اضمحلال التيارات الكهربية القوية التي تدعم المجالات المغناطيسية لهذه النجوم إلى تعزيز إطلاق فيض هائل إلى حد مذهل من الأشعة السينية وأشعة جاما.

وحتى في حال السكون، قد تبلغ شدة سطوع النجوم المغناطيسية مائة ضعف شدة سطوع الشمس[5]. وأقوى انفجاراتها أكثر سطوعًا بحوالي تريليون مرة من الشمس، بيد أنه من اللافت أنها قد تُطْلِق في جزء من الثانية طاقة أكبر من تلك التي انبعثت منها تدريجيًّا على مدار العقد السابق مباشرة. وقد أمكن اكتشاف هذه الانفجارات العملاقة بضع مرات داخل مجرة درب التبانة، غير أن قربها منا يجعلها ساطعة إلى حد يشل معه القدرة على الرصد في تلسكوبات الأشعة السينية وأشعة جاما المحمولة في الفضاء[5،6].

وقد بيَّن الباحث ديميتري سفينكين، والباحث أوليفر روبرتس مع الفريق البحثي لكل منهما، وجود علاقة وثيقة بين تلك الأحداث المجرِّية، ونبضة من أشعة جاما اكتُشِفت في الخامس عشر من إبريل في عام 2020، نجح سفينكين وزملاؤه في الوصول إلى مصدرها (وهو مجرة NGC 253 القريبة منا، المعروفة أيضًا باسم "مجرة النحات" Sculptor galaxy، في الشكل 1) بتقنية التثليث، وذلك باستخدام مجموعة من الأدوات تشكل معًا ما يُعرف باسم "الشبكة الكوكبية" Interplanetary Network. ومن هذه المسافة، تمكّن واضعو الدراستين من الوقوف بدقة على بعض تفاصيل طيف أشعة جاما المنبعث من الانفجار والمخطط الزمني الذي سلكه، والذي تَبيَّن أنه يكاد يكون مطابقًا لانفجار آخَر وقع خارج المجرة، ورُصِد سابقًا، حيث يظهر بوضوح دخول عنصرين في تحديد شكل الانفجار المولِّد لأشعة جاما: أحدهما قصير الأمد، ومتغير بسرعة فائقة (يستمر عدة ملّي ثوان)، والآخر أطول أمدًا، ويضمحل بوتيرة ثابتة، وبسرعة أبطأ بعشر مرات، ويحمل طاقة مماثلة لطاقة العنصر الآخر، أو أكبر منها.

إذًا، ما الذي يجعل انبعاثات النجوم المغناطيسية شديدة التقطع، مقارنةً بأنواع النجوم الأخرى؟ بعض النجوم القزمة البيضاء النائية –على سبيل المثال- يكون أيضًا شديدة المغناطيسية[7]. ومع ذلك، لم تُعْزَ قط إلى أي منها انفجارات كهرومغناطيسية شديدة.

لعل الإجابة مرتبطة بكون النجوم المغناطيسية أجسامًا شديدة البرودة في لبها، رغم أن سطوحها أكثر سخونة من سطوح النجوم الأخرى[5]. وتحتوي الطبقات الخارجية لهذه النجوم النيوترونية على أنوية ثقيلة غنية بالنيوترونات، تبدأ في التجمُّد لتأخذ شكل مادة صلبة بعد وقت قصير من الانهيار النجمي الذي يُحفِّز تكوُّن النجم النيوتروني[8]. وتتسم هذه القشرة بخصائص غريبة، إذا ما قورنت بخصائص الطبقة الخارجية للأرض. فقد انخفضت درجة حرارة الجزء العميق منها لتقل كثيرًا عن درجة انصهار المادة النووية التي شكّلتها. وإضافة إلى ذلك، تُعَد هذه المادة موصلًا ممتازًا للكهرباء، وهو ما يجعلها تربط بقوة بين الكهرباء والمجال المغناطيسي المتمعج للنجم. وعليه، لا بد أن يتحرك المجال المغناطيسي والقشرة معًا، إما ببطء في أثناء فترة السكون، أو بسرعة أكبر في أثناء الانفجار.

ولا تزال البحوث جارية للوقوف بدقة على كيفية حدوث انفجارات النجوم المغناطيسية. فعلى النقيض من الغلاف الجوي المغناطيسي الحار للشمس، لا تتسم هذه النجوم بحركات حمل حراري دوّامية تعمل بقوة على تغيير شكل المجال المغناطيسي المتأصل بها. ومع ذلك، ففي حال اندلاع انفجار ضخم بهذه النجوم، يمكننا أن نجزم بدرجةٍ ما بأن قشرتها تشهد اضطرابات شديدة واسعة النطاق، ومثالها: حركة للصفائح التكتونية تؤدي إلى تبادُل مدينتَي كاليفورنيا ونيويورك لموضعيهما. والعنصر الأبطأ في هذه الانفجارات، الذي رُصِد في الخامس عشر من إبريل 2020، ونظائره، يتلازمان مع نواتج سكون عملية تغيُّر قشرة النجم.

ومثل هذه الاضطرابات من شأنها أن تؤدي إلى تحريف المجال المغناطيسي الخارجي للنجم المغناطيسي، وهو ما ينتِج تيارات كهربية غير مستقرة، أقوى بمليار مرة من

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تلك التي تتدفق عبر هالة الشمس[9،10]. كما قد تترتب على هذه الاضطرابات نتيجة أخرى، تتمثل في لفظ إحدى الحلقات المغناطيسية بالنجم، مثلما يحدث في الانفجارات الشمسية الكبيرة[11،12]، لتغدو الاضطرابات المغناطيسية عندئذ قوية بما يكفي لتكوين غاز كثيف متدفق من الإلكترونات، والبوزيترونات، وأشعة جاما. ويُعتقد أن تفاعُل هذا الغاز الموصّل للكهرباء مع المجال المغناطيسي للنجم ينتج طيف أشعة جاما، الذي استطاع رصده كل من ديمتري سفينكين، وأوليفر روبرتس وفريقيهما البحثيين، والذي دام لأقل من ثانية.

وقد أدّت دراسة أخرى أجراها مشروع "تلسكوب فيرمي واسع النطاق" Fermi LAT إلى فتح نافذة جديدة، يمكن أن نطل منها على انفجارات النجوم المغناطيسية. وتفيد هذه الدراسة بأن أشعة جاما منخفضة الطاقة المشار إليها في الدراستين الأخريين[1،2] قد تبعها بعد 19 ثانية انبعاث ذو طاقة أعلى لأشعة جاما، استمر لعدة دقائق. ويُعَد هذا أول اكتشاف لأشعة جاما متأخرة وعالية الطاقة تنبعث من انفجار نجم مغناطيسي. وأحد التفسيرات التي اقترحها الباحثون لهذا الحدث هو انطلاق سحابة من الأيونات (النسبية) سريعة الحركة في أثناء الانفجار؛ حيث تُنتِج أشعة جاما عالية الطاقة في موجة صدمية عندما يضرب الانفجار الوسط الغازي لمجرّة NGC 253. غير أنه لم يتضح بعد ما إذا كانت انفجارات النجوم المغناطيسية تحتوي على كتلة كبيرة من الأيونات، أم لا. والنبضة التي تتكون من إشعاع كهرومغناطيسي محض تقريبًا قد تنتج بدورها موجة صدمية، وقد تتفاعل أولًا مع سديم نسبي من الجسيمات المحصورة حول النجم المغناطيسي.

وإجمالًا، تفيد الأبحاث الثلاثة بأن الانفجارات المولِّدة لأشعة جاما تقدم لنا أدلة مباشرة على الكيفية التي تهدأ بها الاضطرابات المغناطيسية داخل النجوم النيوترونية وحولها. وقد كانت الطاقة المقاسة في هذه الأحداث أقل 1000 مرة أو أكثر من تلك التي تنتجها غالبية أحداث تدفق أشعة جاما الناتجة عن تصادم النجوم النيوترونية، على الرغم من أن مدة انبعاث هذه الطاقة كانت مشابهة لها في هذه التصادمات. وحتى الآن، عجز علماء الفيزياء النظرية الذين يضعون نماذج لأحداث تدفُّق أشعة جاما عن الاتفاق على العملية التي تنتج انبعاثات أشعة جاما المميزة لتلك الانفجارات. وسوف يساعد فهْم أوجه التشابه والاختلاف بين انفجارات النجوم المغناطيسية على تضييق نطاق الاحتمالات. كذلك سوف يؤدي الرصد المستمر للنجوم المغناطيسية في المجرات القريبة إلى تضييق نطاق النماذج المحتملة لأصل أحداث التدفق الراديوي السريعة.

كريستوفر تومسون

يعمل في المعهد الكندي للفيزياء الفلكية النظرية في جامعة تورنتو، تورنتو، أونتاريو M5S 3H4، كندا.

البريد الإلكتروني: thompson@cita.utoronto.ca

1. Svinkin, D. *et al. Nature* **589**, 211–213 (2021).
2. Roberts, O. J. *et al. Nature* **589**, 207–210 (2021).
3. The Fermi LAT collaboration. *Nature Astron.* https://doi.org/10.1038/s41550-020-01287-8 (2021).
4. Weltman, A. & Walters, A. *Nature* **587**, 43–44 (2020).
5. Kaspi, V. M. & Beloborodov, A. M. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **55**, 261–301 (2017).
6. Hurley, K. *et al. Nature* **434**, 1098–1103 (2005).
7. Ferrario, L., de Martino, D. & Gänsicke, B. T. *Space Sci. Rev.* **191**, 111–169 (2015).
8. Ruderman, M. A. *Nature* **218**, 1128–1129 (1968).
9. Thompson, C. & Duncan, R. C. *Astrophys J.* **561**, 980–1005 (2001).
10. Thompson, C., Yang, H. & Ortiz, N. *Astrophys. J.* **841**, 54 (2017).
11. Lyutikov, M. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **367**, 1594–1602 (2006).
12. Parfrey, K., Beloborodov, A. M. & Hui, L. *Astrophys. J.* **774**, 92 (2013).

إصابات النخاع الشوكي

جهاز عصبي اصطناعي للحفاظ على ضغط دَم متوازن

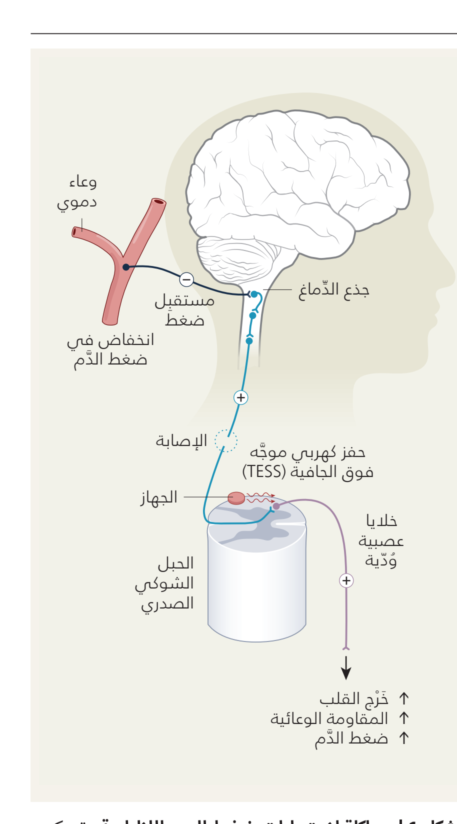
باتريس.جي.جيانيه

تترتب على إصابة الحبل الشوكي عواقب مسببة لقصور وظيفي، إحداها العجز عن الحفاظ على توازن ضغط الدَّم، وهي مُشكِلةٌ أمكن التحايُل عليها مؤخرًا عبر آلية اصطناعية، لإحياء رد فعل لا إرادي أساسيٍّ لاستقرار ضغط الدَّم.

يُعَد الشلل والقصور الحسي من أبرز عواقب إصابة الحبل الشوكي (SCI)، بيد أن الكثيرين يختبرون أيضًا -كنتيجة لهذه الإصابة- هبوط الضغط الانتصابي، وهو العجز عن الحفاظ على ضغط الدَّم الطبيعي عند الانتقال من وضع الاستلقاء إلى الجلوس، أو الوقوف[1]. ويمكن لهذه الحالة المرضية أن تمنع على المدى القصير الامتلاء الطبيعي للقلب بالدم، وهو ما قد يُسبّب الدَّوخة، والدُّوار. أمّا على المدى الطويل، فإن نوبات هبوط الضغط الانتصابي المتكررة تزيد من نِسب حدوث النوبات القلبية والسَّكتات الدماغية، التي تُعَد من المسببات الأساسية للوفاة لدى مَن لديهم إصابة بالحبل الشوكي. وفي بحث نُشر مؤخرًا في دورية *Nature*، أفاد الباحث جوردان سكوير وزملاؤه[2] باكتشاف استراتيجية قائمة على جهاز عصبي اصطناعي تعويضي، يُخَفِّض هبوط الضغط الانتصابي الذي تسببه إصابة الحبل الشوكي. وقد تمكّن هذا الجهاز التعويضي حتى الآن من استعادة توازُن ضغط الدم لدى القوارض، والقرود، والبشر.

تُسبِّب الجاذبية تجمُّع الدَّم في القِسم السفلي من الجسم عند الجلوس، أو الوقوف. والسبب الرئيس لهبوط الضغط الانتصابي هو قصور في استجابات لا إرادية تمنع هذا التجمُّع، أهمها هو رد الفعل اللاإرادي أو المنعكس الذي تُطْلِقُه مستقبِلات الضغط، وهي خلايا عصبية تقيس مستوى ضغط الدم الشرياني، ودرجة امتلاء الأوعية الدموية الكبيرة وحجرات القلب بالدم[3]. وتنشط هذه المستشعرات في الثدييات عندما يكون الجسم في وضع الراحة. ويؤدي انخفاض ضغط الدّم الشرياني أو حجم الدم إلى انخفاض في نشاط مستقبِلات الضغط. وهو ما يقود بدوره إلى تنشيط الفرع الودّي من الجهاز العصبي اللاإرادي، لاستعادة توازُن ضغط الدَّم الطبيعي عبر زيادة المقاومة الوعائية، وتدفُّق الدم عودةً إلى القلب[4]. وتقطع إصابة الحبل الشوكي الاتصال بين جذع الدماغ السفلي، الذي يتلقّى المعلومات من مستقبِلات الضغط، والخلايا العصبية الودّية التي تُحفِّز الجهاز القلبي الوعائي، وتبدأ من الفقرات الصدرية والفقرات القطنية العليا في الحبل الشوكي (انظر الشكل1).

يُعالَج هبوط الضغط الانتصابي عادةً بإدخال تعديلاتٍ على أسلوب الحياة (مثل استخدام ضمادات ضغط على الساقين، والنوم في وضعية شبه قائمة) وإعطاء أدوية مِثل الفلودروكورتيزون (موسّع لحجم الدّم)، أو الميدودرين (الذي يُنشِّط المستقبِلات التي تلعب دور الوسيط في إحداث تأثير الأعصاب الوُدية على القلب والعضلات الوعائية)[5،6]، إلا أنه قد تكون لهذه الأدوية تأثيرات غير مرغوب فيها في بعض الأحيان. وتتضمّن المقارَبات الأُخرى لعلاج هبوط الضغط الانتصابي استخدام أحزمة شد البطن، والتحفيز الكهربي



الشكل 1 | محاكاة لاستجابات ضغط الدم اللاإرادية. تتحكم استجابات ضغط الدم اللاإرادية في الثدييات، إذ يُخفِّض هبوط ضغط الدّم (كما يدل عليه الرمز-) نشاط خلايا عصبية تُدعى مستقبِلات الضغط، مؤديًا بذلك إلى تنشيط (كما يدل عليه الرمز +) لخلايا عصبية في جذع الدماغ، تُحفِّز وتُنشِّط الخلايا العصبية الوُدية في الحبل الشوكي بشكلٍ مباشَر، إلا أنّ إصابة الحبل الشوكي تقطع هذا الاتصال، لتمنع بذلك استجابات ضغط الدم اللاإرادية من العمل كما ينبغي. وقد صمَّم جوردان سكوير وزملاؤه[2] جهازًا يخدم كبديل عصبي تعويضي يمكنه التحايل على هذه المشكلة. فعند انخفاض ضغط الدم، يثير الجهاز تحفيزًا كهربيًّا يُسمَّى "الحفز الكهربي الموجَّه فوق الجافية" TESS في الناحية الخلفية للحبل الشوكي الصدري، من أجل تنشيط الخلايا العصبية الوُدّية (وإنْ كان ذلك يجري عبر مسار مختلفٍ عن ذاك المستخدَم في استجابات ضغط الدم اللاإرادية الطبيعية. وهو غير موضح). وترسل الخلايا العصبية الوُدّية إشارات إلى القلب والأوعية الدموية من أجل زيادة خرج القلب والمقاوَمة الوعائية، لتُعيد بذلك توازُن ضغط الدم الطبيعي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

للعضلات الهيكلية في الأطراف السفليّة (وهو ما يؤدّي إلى تنشيط المضخّة العضليّة، ليساعد بذلك على امتلاء القلب بالدم). وقد استُخدِمت هاتان الاستراتيجيتان علاجيًّا، إلا أنّ فعاليتهما لم تثبُت بوضوح[6].

إذًا، هل تُشكِّل الأجهزة الاصطناعية العصبية التعويضية بديلًا أفضل مما سبق؟ يتمثّل مبدأ عمل هذه الأجهزة في رد بعض الوظائف إلى حالتها الطبيعية عبر التحفيز الكهربي للمسارات العصبية التي توقفت استجاباتها نتيجةً لإصابة الحبل الشوكي. وفي أفضل الأحوال، يُفترض أن يحاكي هذا التحفيز بدقة نمط النشاط الذي يَضبط عادةً الوظائف المستهدَفة استعداداتها. وقد سبق استخدام هذه المقاربة من أجل استعادة القدرة على الحركة لدى الرئيسيات[7]. كما استُخدِمَت لتنشيط عضلات الساق من أجل تحسين التحكم في ضغط الدّم في مَن لديهم إصابة بالحبل الشوكي[8]، على الرغم من غموض أسباب نجاحها الواضح في هذه السياقات.

وقد شرع سكوير وزملاؤه في تطوير جهازٍ اصطناعي عصبي تعويضي أكثر دِقة مما سبقه من تلك الأجهزة من أجل ضبط ضغط الدم. وكانت نقطة انطلاقهم تطوير نموذج دراسة لجرذان ذات إصابة بالحبل الشوكي. وأثبت تحليل نشاط الخلايا العصبية في الجرذان بهذا النموذج أن الاستجابات الخاصة بضغط الدم والأعصاب الوُدية غير مستقرة في هذه الحيوانات، التي لم تختبر، نظرًا إلى حجمها الصغير، أي هبوط ضغطٍ انتصابي، إلا أن واضعي الدراسة استخدموا غرفة ضغطٍ سلبي لإنقاص ضغط الهواء بالقرب من الجزء السفلي لأجساد الجرذان، وهو ما دفعَ الدّم للتجمّع في القِسم السفلي من أجسادها، لمحاكاة هذه الظاهرة لدى البشر.

وقد تساءل سكوير وزملاؤه ما الموضع المناسب ليستخدموا فيه التحفيز الكهربي –أو ما يسُمي بتقنية الحفز الكهربي الموجَّه فوق الجافية (TESS)– بحيث يمكن استثارة الاستجابات الودّية المُعَدِّلة لضغط الدم. ومن ثم، عملوا بصورة ممنهجة على تحفيز أجزاء مختلفة من الحبل الشوكي كهربيًّا في الجرذان المصابة، واكتشفوا أنّه يمكن رفع ضغط دم هذه الحيوانات إلى حدٍّ كبير عبر إرسال نبضات كهربية إلى الجهة الخلفية من الجزء السفلي من الحبل الشوكي الصدري. وقد كشفت مجموعة مذهلة من التجارب –استُخدِم فيها التصوير الشعاعي، والتحليل التشريحي إلى جانب النمذجة الحوسبية والعلاج اليدوي، بهدف تنشيط الخلايا العصبية أو تثبيطها في هذه المنطقة– أن الحفز الكهربي الموجَّه فوق الجافية يرفع ضغط الدم عبر تنشيط مجموعة فرعية من الخلايا العصبية الحسية الناقلة للإشارات العصبية الواردة (حيث تنقلها من الجلد والعضلات و الأعضاء الداخلية إلى الحبل الشوكي). وتثير هذه الخلايا العصبية الناقلة للإشارات العصبية الواردة بشكلٍ غير مباشر الخلايا العصبية الوُدية الناقلة للإشارات الصادرة التي تتحكم في الدورة الدموية الحشوية (أي في الأوعية الدموية في الأعضاء البطنية).

وكانت خطوة واضعي الدراسة التالية التي نمت عن درجة كبيرة من الابتكار هي تصميم منظِّم لضغط الدم، قائم على محاكاة هندسية لآليات بيولوجية يُعدِّل باستمرار الحفز الكهربي الموجَّه فوق الجافية ليمنع حدوث أي هبوط في ضغط الدم في الجرذان المصابة الخاضعة للتجربة. بعد ذلك.. نجح الباحثون في مواءمة تصميمهم لهذا "المنظم التعويضي لاستجابات ضغط الدم اللاإرادية"، بحيث يناسب قردة المكاك الريسوسي. وتَضَمَّن ذلك معاودة إجراء الاختبارات بصورة ممنهجة على كل قِسم من الحبل الشوكي في هذه القردة، من أجل تحديد الأقسام التي يجب أن يستهدفها الحفز الكهربي الموجَّه فوق الجافية، وتكبير حجم تصميم هذا الجهاز العصبي الاصطناعي التعويضي ليناسب تشريح القردة الأكبر. وأخيرًا، وهذا هو الأهم، أثبت الفريق البحثي أنّ هذا الجهاز يمكن أن يُعيد استقرار الضغط الدموي في شخص عانى من هبوط ضغط انتصابي معوِّق، بعد حدوث إصابة لديه في الحبل الشوكي.

وتُعد هذه الدراسة التي تطبق نتائج التجارب المختبرية مباشرة على المرضى غير مسبوقة من نواحٍ عديدة، ومن ثم، تفتح الباب أمام العديد من التساؤلات. وعلى سبيل المثال، لا تزال الخلايا العصبية الحسية الناقلة للإشارات العصبية الواردة التي يُحَفِّزها الجهاز غير معروفة، كما لا تزال التأثيرات طويلة الأمد لتحفيزها مجهولة، فتشكيل الدوائر العصبية بالحبل الشوكي يختلف بعد إصابته[9]، كما أن ردود الأفعال اللاإرادية تتفاقم حدتها إلى حد أنّ المحفِّزات العصبية غير الضارة سابقًا، تصبح قادرة على استثارة حالات خطيرة من ارتفاع ضغط الدّم. وسنحتاج إلى مزيدٍ من الوقت والتجارب على الحيوانات، لتحديد ما إذا كانت هذه الخلايا العصبية الناقلة للإشارات العصبية الواردة ستُخَفِّف حدة الاستجابات اللاإرادية الناجمة عن نشاط عصبي مفرط، أم ستفاقِمها. ويرجح بالفعل أنه على عكس الحال مع استجابات ضغط الدم اللاإرادية الفعلية، فإن هذا الجهاز يتسم بأداء أفضل بكثير في منع نوبات انخفاض الضغط، مقارنةً بأدائه في تخفيف ارتفاع ضغط الدم.

ومن الممكن أيضًا أن تكون لهذا الجهاز الاصطناعي العصبي أضرار على الوظائف الكلوية والمِعدية المعوية، التي تُنَظِّمها الخلايا العصبية الوُدية الصدرية السفلية. وأخيرًا، يَستلزِم وضع إلكترود فوق الجافية في الحبل الشوكي جراحة باضعة، علمًا بأن مدى فعاليته على الأمد الطويل غير معروفة.

ومع ذلك، فهذه المحاوَلة التي أُجريت مؤخرًا لعلاج هبوط الضغط المعوِّق، الذي يترتب على إصابة الحبل الشوكي، لها أصل راسخ في قدر كبير من الأدلة المستقاة من الأبحاث العلمية العصبية قبل الإكلنيكية. وهي الاستراتيجية الأكثر تعقيدًا من بين المحاولات التي أُجريت حتى الآن في هذا الصدد. ويمكن لهذه المقاربة أن تحل محل العلاجات الحالية، على الرغم من أن الجَزْم بذلك قد يكون سابقًا جدًّا لأوانه.

باتريس.جي.جيانيه
باحث في قِسم علم الأدوية في كلية الطب بجامعة فيرجينيا، تشارلوتسفيل، فيرجينيا 22906، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: pgg@virginia.edu

1. Claydon, V. E., Steeves, J. D. & Krassioukov, A. *Spinal Cord* **44**, 341–351 (2006).
2. Squair, J. W. *et al. Nature* **590**, 308–314 (2021).
3. Zeng, W.-Z. et al. *Science* **362**, 464–467 (2018).
4. Guyenet, P. G. *Nature Rev. Neurosci.* **7**, 335–346 (2006).
5. Krassioukov, A., Eng, J. J., Warburton, D. E. & Teasell, R. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **90**, 876–885 (2009).
6. Sarafis BKin, Z. K., Monga, A. K., Phillips, A. A. & Krassioukov, A. V. *PM&R* **10**, S249–S263 (2018).
7. Cho, N., Squair, J. W., Bloch, J. & Courtine, G. *Bioelectron. Med.* **5**, 10 (2019).
8. Aslan, S. C. *et al. Front. Physiol.* **9**, 565 (2018).
9. Krenz, N. R. & Weaver, L. C. *Neuroscience* **85**, 443–458 (1998).

الكيمياء المستدامة

إغلاق حلقة إعادة تدوير البلاستيك الحيوي

شارلوت كيه. ويليامز، وجورجينا إل. جريجوري

المواد البلاستيكية هي مواد نفيسة، غير أنَّها تستهلك الموارد البترولية، وتبقى في البيئة دون أن تتحلل. وفي هذه الدراسة، أنتج الباحثون مواد بلاستيكية عالية الأداء، مُشتقَّة من زيوت متجددة، وصمموها على المستوى الجزيئي، بحيث تكون قابلةً بالفعل لإعادة التدوير.

أدَّت الصور الصادمة للمواد البلاستيكية المتراكمة في مكبّات النفايات والمحيطات إلى إعادة النظر في استخدام البلاستيك. فإنتاج هذه المواد لا يستهلك موارد النفط الخام المتناقصة فحسب، بل إنَّ أغلبها لا يُعاد تدويره على نحوٍ فعال، ويلوث البيئة. وتوجد أنواعٌ عديدة من البلاستيك، لكنَّها كلها تحتوي على البوليمرات. وبينما سيتطلب حل مشكلة المواد البلاستيكية العديد من الأساليب المختلفة، فإنَّ أهمها هو ضرورة إعادة تصميم التركيب الكيميائي للبوليمرات المستخدَمة في إنتاج المواد البلاستيكية، بغرض تحسين استدامتها[1]. والأهداف الرئيسة في هذا الشأن هي تنويع المواد الخام المستخدَمة في صناعة المواد البلاستيكية، بحيث لا تقتصر على الوقود الأحفوري، والحفاظ على الطاقة والموارد القيمة التي تدخل في تركيب هذه المواد، وكذلك الإبقاء على جميع خصائصها المفيدة، وذلك من خلال سلاسل متعددة من عمليات إعادة التدوير، بالإضافة إلى تصميم مواد بلاستيكية يمكن تحليل بِنْيتها الجزيئية بالكامل عند الحاجة[2-4]. وفي بحثٍ نُشِرَ مؤخرًا في دورية *Nature*، قدَّم لنا الباحث مانويل هويسلر وزملاؤه[5] مواد بلاستيكية لديها من الإمكانات ما يجعلها تستوفي كل هذه المعايير.

البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE) هو مادة بلاستيكية تُستخدَم على نطاقٍ واسع، وتتميز باحتوائها على سلاسل طويلة مستقيمة من بوليمر البولي إيثيلين، الذي يتكون من وحداتٍ متكررة من الإيثيلين (CH_2CH_2). وعندما تتبلور مادة البولي إيثيلين عالي الكثافة، فإنَّها تكتسب خصائص ممتازة، تجعلها صالحةً للاستخدام في تطبيقاتٍ متنوعة، من بينها العزل الكهربائي، وصناعة الأنابيب، وزجاجات المنظفات. ويُعاد عادةً تدوير تلك المادة ميكانيكيًّا، عن طريق صهرها وإعادة معالجتها[6] (الشكل 1أ)، غير أنَّ المنظومة القائمة حاليًّا لمعالجة النفايات البلاستيكية تفتقر إلى الكفاءة. فقد وجدت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) أنَّ المواد البلاستيكية التي كانت تُستخلص من تدفق نفايات المواد البلاستيكية المختلطة ليُعاد تدويرها لم تزد نسبتها في

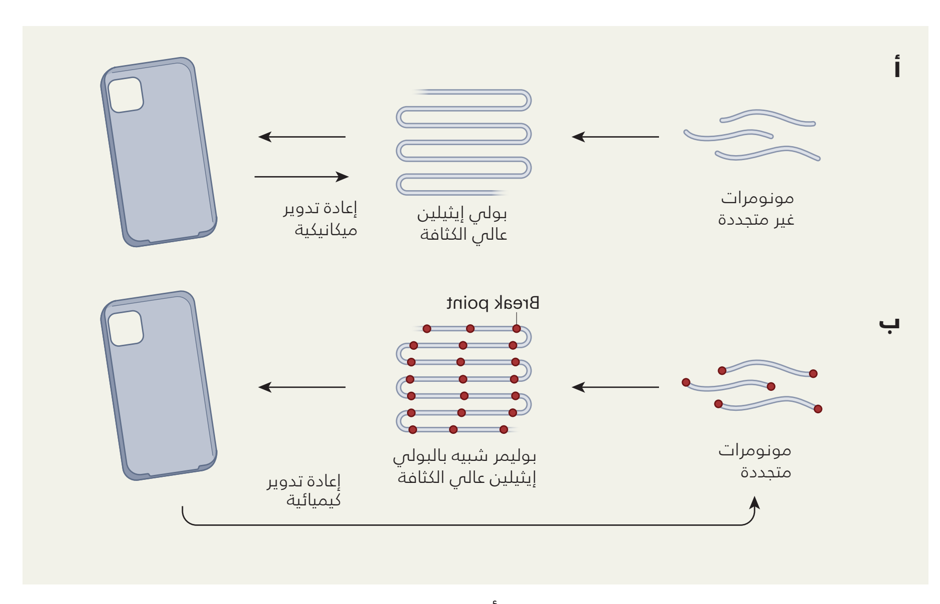
عام 2018 على 10% من إجمالي كمية البلاستيك. وبلغت نسبة هذه المواد حوالي 30% فقط لدى استخلاصها من زجاجات البولي إيثيلين عالي الكثافة (انظر: go.nature.com/3jw8meq). كما أنَّ تقنية إعادة التدوير الميكانيكية يمكن أيضًا أن تنتج مواد منخفضة الجودة بعد كلٍ من جولاتها، وفي حال البولي إيثيلين عالي الكثافة، قد يصعب التحكم في تبلوُر المنتجات المُعاد تدويرها[7,8].

بيد أن ثمة بديل لإعادة التدوير الميكانيكية، هو إعادة التدوير الكيميائية (التي تُعرف كذلك باسم تقنية إعادة التدوير مغلقة الحلقة). ففي هذه العملية، تُفكَّك البوليمرات ذات السلاسل الطويلة بعد استخدامها، لإنتاج وحدات البناء الجزيئية ذاتها (المونومرات) التي استُخدمت في الأصل لصنعها. وتكمن فائدة هذا النهج في أنَّه يمكن إعادة بلمرة هذه المونومرات على نحوٍ متكرر لإنتاج مواد تتسم بالأداء الرفيع ذاته، والخصائص ذاتها التي كانت تتسم بها المواد الأصلية، لكن لسوء الحظ، فإن هذه الاستراتيجية لا تحقق الأثر المرجو منها في حال البولي إيثيلين عالي الكثافة، لأنَّ كسر الروابط المتكونة فيما بين ذرات الكربون في هذه المادة يتطلب قدرًا كبيرًا من الطاقة. وقوة هذه الروابط تفسر أيضًا سبب بقاء البولي إيثيلين في البيئة لفتراتٍ طويلة دون تحلُّل، ومقاومته للتحلل الإنزيمي كذلك.

والآن، يفيد هويسلر وزملاؤه في بحثهم بابتكار مواد بلاستيكية تتسم بالعديد من الخصائص الأساسية التي يتمتع بها البولي إيثيلين عالي الكثافة، لكنَّها في الوقت ذاته مصممة بحيث يمكن إعادة تدويرها بالكامل بتقنية الحلقة المغلقة، إذ طوَّر الباحثون عملياتٍ كيميائية عالية الإنتاجية (تتجاوز معدلات إنتاجية تفاعلاتها نسبة 95%)، لتحويل الزيوت المُشتقَّة من النباتات أو الطحالب الدقيقة إلى بوليمرات ذات أوزانٍ جزيئية عالية. وتحتوي سلاسل البوليمرات هذه على نسبةٍ ضئيلة من روابط الكربونات أو الإسترات، وتفصل بين هذه الروابط مسافات ثابتة (الشكل 1ب). بعد ذلك، يمكن الاستعانة بتفاعلات التحلل بالإذابة المعروفة القائمة على الماء، أو الكحولات الشائعة، لتفكيك جميع سلاسل البوليمرات تمامًا، وهو ما يتيح استعادة المونومرات بالكامل تقريبًا (بنسبة 96%)، وإجراء عملية إعادة تدوير مغلقة الحلقة. وقد أشار الباحثون إلى أنَّ عزل المونومرات من تفاعلات التحلل بالإذابة يجري عبر عمليةٍ بسيطة ومباشرة، وأنَّه يمكن إعادة بلمرة المونومرات بنجاح مرةً أخرى، لإنتاج مواد تحتفظ بخصائص المادة البلاستيكية الأصلية.

ويتمثل أهم إنجازات هذا البحث في أنَّه يقدم في الوقت نفسه حلولًا لعدد كبير من التحديات الصعبة التي عرقلت التقدم في مجال البوليمرات المستدامة لفترةٍ طويلة. فعلى مدار عقود عديدة، عمل باحثون من تخصص هويسلر وزملائه ذاته على تطوير العمليات الكيميائية المستخدَمة حاليًّا في تحويل الزيوت الطبيعية إلى مونومرات مفيدة[9]. أمَّا هنا، فيستخدم الباحثون عملية تحفيز عالية الكفاءة (معدلات إنتاجية تفاعلاتها تتراوح من 80% إلى 90%)، لإضافة مجموعاتٍ كيميائية على نحوٍ انتقائي عند نهايات المونومرات. وتشكِّل هذه المجموعات أساسَ "نقاط الانكسار" المرغوبة في البوليمرات. وتجري بعد ذلك بلمرة المونومرات باستخدام طرق معروفة. وقد وجد الباحثون أنَّ استخدام مونومر مشترك معين (كربونات ثنائي الإيثيل) في تفاعل البلمرة يتيح تكوين بوليمرات عالية الوزن الجزيئي. وهذا ضروري لإنتاج مواد بلاستيكية تُطابِق الخصائص الحرارية والميكانيكية للبولي إيثيلين عالي الكثافة، وخصائصه في عمليات المعالجة التي يخضع لها.

كما بيَّن هويسلر وزملاؤه أنَّه يمكن معالجة تلك المواد البلاستيكية الجديدة باستخدام تقنياتٍ صناعية شائعة، مثل القولبة بالحقن، والطباعة ثلاثية الأبعاد، وأوضحوا أيضًا



الشكل 1 | إعادة تصميم البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE). أ. مادة البولي إيثيلين عالي الكثافة ذات الاستخدامات التجارية هي نوع من البلاستيك يُستخدم على نطاقٍ واسع، يتكون من بوليمر خامل كيميائيًّا، ويتشكل من مونومرات غير متجددة مشتقة من المواد البترولية. وعلى الرغم من إمكانية إعادة تدويرها ميكانيكيًّا (عن طريق الصهر وإعادة المعالجة)، فإنَّ هذه العملية يمكن أن تؤدي إلى تراجع أدائها. ب. من هنا، قدّم لنا هويسلر وزملاؤه[5] في هذا البحث مواد بلاستيكية، لها خصائص شبيهة بخصائص البولي إيثيلين عالي الكثافة، لكنَّها تتكون من مونومرات متجددة مشتقة من النباتات، أو الطحالب الدقيقة. وتحتوي هذه المونومرات على مجموعات كيميائية عند كل من طرفيها، تشكل "نقاط انكسار" في سلاسل البوليمر الناتجة. وتسمح نقاط الانكسار هذه بإعادة تدوير البوليمر كيميائيًّا، لتحويله إلى مونومراته الأولية، التي يمكن استخدامها بعد ذلك لإعادة تصنيع البلاستيك. كما صنع الباحثون أغراضًا مختلفة باستخدام تلك المواد البلاستيكية الجديدة، منها حافظة للهواتف المحمولة، وأوضحوا أنَّ خصائص هذه المواد البلاستيكية لا تتدهور بعد كل حلقةٍ من حلقات إعادة التدوير.

إمكانية أن تُضاف إليها الملونات، أو ألياف الكربون (التي تُستخدم على نطاقٍ واسع كإضافاتٍ لتقوية البوليمرات). وأوضح الفريق كذلك أنَّ حل تلك المواد الجديدة بالإذابة يجري على نحوٍ انتقائي عند خلطها بالمواد البلاستيكية التقليدية، مثل مادة البولي إيثيلين تيرفثالات التجارية (PET)، التي تُستخدم على نطاقٍ واسع في صنع زجاجات المشروبات، والتي قد يُعاد تدويرها هي الأخرى كيميائيًّا بتفاعلات التحلل بالإذابة. وتشير هذه النتيجة الدالة على جدوى الفكرة إلى أنَّ إعادة التدوير الانتقائية لتلك المواد البلاستيكية الجديدة قد تصبح ممكنةً في المستقبل.

وعلى الرغم من أنَّ نتائج الدراسة واعدة للغاية، من المهم أن ندرك أنَّ هذا العمل لا يزال بحثًا أساسيًّا في مراحله الأولى، فالكمية التي استخدمها الباحثون للبرهنة على إمكانية إعادة تدوير تلك المواد لإنتاج بوليمراتٍ جديدة من بوليمراتها الأولية لم تتجاوز 20 جرامًا. وستكون هناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث لتطبيق عملية إعادة التدوير هذه على منتجات الصناعة وعملياتها واسعة النطاق. كما تظل هناك معضلاتٍ هندسية كبرى لم تُحَلّ بعد، تتعلق بمراحل أخرى من دورة حياة بوليمرات تلك المواد، منها صعوبة إيجاد طرقٍ لإنتاج المونومرات المشتقة من الكتلة الحيوية على نطاقاتٍ كبيرة، فضلًا عن صعوبة تطوير العمليات الصناعية اللازمة لإنتاج تلك المواد البلاستيكية، وتشكيلها، وإعادة تدويرها.

وإضافةً إلى ذلك، قد تصعِّب اعتبارات اقتصادية نجاح هذه الجهود. فالمواد البلاستيكية المستخدمة في الصناعة، مثل البولي إيثيلين عالي الكثافة، تُنتج بملايين الأطنان، ويُباع عادةً الكيلوجرام الواحد منها بسعرٍ يتراوح من دولار واحد إلى ثلاثة دولارات. صحيحٌ أنَّه من غير المعقول أن نتوقع أن تنافس أي مادةٍ بلاستيكية جديدة المواد الأخرى من حيث التكلفة في غضون وقتٍ قصير من ابتكارها، لكنَّ تلك المشكلات المتعلقة بالأسعار تصعِّب بشدة طرح مواد بلاستيكية جديدة.

ونحتاج أيضًا إلى الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بمدى تكامل هذه المواد البلاستيكية الجديدة مع أنظمة إدارة النفايات الحالية، فلو أنَّها ستحل محل البولي إيثيلين عالي الكثافة، لا بد أن تثبت توافقُها مع جميع الطرق المستخدمة لفصل النفايات البلاستيكية في المرافق والمناطق الجغرافية المختلفة. كما أنَّه بخلاف أغلب استراتيجيات إعادة التدوير المستخدمة حاليًّا، تتطلب تقنية إعادة التدوير الكيميائية التي قدّمها هويسلر وزملاؤه وجود محطة معالجة كيميائية، غير أنَّ العمليات الكيميائية التي أشاروا إليها تبدو مناسبةً تمامًا للاستخدام مع الطرق الصناعية، وهذا مشجع. وإضافةً إلى ذلك، فإنَّ المنظومة التي يقدمها الباحثون تبدو متوافقةً مع التشريعات الأوروبية، التي تُلزِم المصنِّعين بتحمل مسؤولية المواد البلاستيكية في منتجاتهم، بعد أن يستخدمها المستهلكون.

وهذا الإنجاز الذي حققه هويسلر وزملاؤه ملهم وباعث على الحماس، نظرًا إلى التحديات شديدة الصعوبة التي تعوق ابتكار مواد بلاستيكية تتفوق في خصائصها على غيرها من المواد، ويمكن اشتقاقها من مصادر متجددة، وتتسم بالتوافُق مع تقنيات التصنيع والمعالجة واسعة النطاق، وبقابلية تدويرها بالكامل، إذ لا تفي بكل هذه المعايير سوى مواد قليلة. كما أنَّ دراسة الباحثين تُعَد مثالًا ممتازًا على قدرة الابتكار العلمي على حل المشكلات من جميع جوانبها، بدلًا من التركيز فقط على بعض أبعادها. ولا بُد أن ننطلق في الدراسات القادمة من التقييمات التي وفرها لنا هذا البحث عن دورة حياة المواد، لإدخال مزيدٍ من التحسينات على استدامتها. وبوجه عام، يجب على المجتمع أيضًا أن يطالب جهات التصنيع بتوفير تقييماتٍ مماثلة لدورات حياة المواد البلاستيكية المستخدمة حاليًّا، وبوضع تقديراتٍ لجميع آثارها البيئية، كي تصبح أولوياتنا واضحة عند النظر في بدائلها.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

شارلوت كيه. ويليامز، وجورجينا إل. جريجوري
تعملان في قسم الكيمياء بجامعة أكسفورد، أكسفورد OX1 3QR، المملكة المتحدة. وقد كشفت ويليامز وجود تضاربٍ في المصالح من الناحية المالية بمشاركتها في هذا التقرير (انظر: go.nature.com/2ncg7gl).
البريد الإلكتروني: charlotte.williams@chem.ox.ac.uk

1. *Science to Enable Sustainable Plastics. A White Paper from the 8th Chemical Sciences and Society Summit (CS3)*; availabe at go.nature.com/3pfImyw (2020).
2. Rahimi, A. & García, J. M. *Nature Rev. Chem.* **1**, 0046 (2017).
3. Coates, G. W. & Getzler, Y. D. Y. L. *Nature Rev. Mater.* **5**, 501–516 (2020).
4. Fortman, D. J. *et al. ACS Sustain. Chem. Eng.* **6**, 11145–11159 (2018).
5. Häußler, M., Eck, M., Rothauer, D. & Mecking, S. *Nature* **590**, 423–427 (2021).
6. Ellen MacArthur Foundation. *The New Plastics Eeconomy: Rethinking the Future of Plastics & Catalysing Action* (2017).
7. Vollmer, I. *et al. Angew. Chem. Int. Edn* **59**, 15402–15423 (2020).
8. Oblak, P., Gonzalez-Gutierrez, J., Zupančič, B., Aulova, A. & Emri, I. *Polym. Degrad. Stab.* **114**, 133–145 (2015).
9. Stempfle, F., Ortmann, P. & Mecking, S. *Chem. Rev.* **116**, 4597–4641 (2016).

اكتشافات الأدوية

ثورة في العقاقير المُهلوِسة

جابرييلا مانزانو-نيفيس، وكونور لِستون

طُوِّر مركّب نظير لعقار الهلوسة "آيبوجاين" Ibogaine، يضاهيه من حيث القدرة على علاج الإدمان والاكتئاب في النماذج الحيوانية، لكنه يتسم بآثار جانبية أقل، وبأنّ تخليقه أبسط كثيرًا.

أدّى اكتشاف التأثيرات النفسية لكل من عقار "ثنائي إيثيل أميد حمض الليسرجيك"، (المعروف اختصارًا باسم LSD)، و"سيلوسيبين" psilocybin، في أربعينات القرن الماضي والخمسينات منه، إلى إثارة اهتمام شديد ببحث ما إذا كانت المركّبات المسببة للهلوسة يمكن أن تكون مفيدة في العلاجات الإكلينيكية[1]، بيد أن تَصاعُد المخاوف في السبعينات بشأن مدى أمان هذه العقاقير، واحتمال إساءة استخدامها، أدى إلى فرض قيود متزايدة على دراستها. وقد تَجدَّد الاهتمام في العقد الماضي بالقدرات العلاجية لتلك العقاقير، بالتزامن مع صدور نتائج أولية تشير إلى أن عقاقير مثل (LSD)، و"سيلوسيبين"، و"آيبوجاين" Ibogaine، ربما تكون واعدة في مكافحة الاكتئاب المستعصي على العلاج[2]، واضطراب ما بعد الصدمة[3]، والقلق في الأشخاص الذين يعانون سرطانًا مميتًا[4]. وأشارت ليندساي كاميرون وزملاؤها[5] في بحث نُشر مؤخرًا في دورية *Nature* إلى تَمَكُّنهم من تخليق نظير لعقار "آيبوجاين" لا يسبب الهلوسة، ويمكن أن يتمتع بالقدرة على علاج الإدمان والاكتئاب.

ومن الجدير بالذكر أن عقار "آيبوجاين" هو من أشباه القلويات، التي توجد بصورة طبيعية في شجيرات منتشرة في الغابات المطيرة لغرب أفريقيا، تُعرف بالاسم العلمي *Tabernanthe iboga* (انظر الشكل 1). وتشير البيانات قبل الإكلينيكية والدراسات التي أجريت على نطاق ضيق إلى أن عقار "آيبوجاين" قد يكون مفيدًا في الحد من نوبات التوق إلى المخدرات، والأعراض الانسحابية، وتقليل أخطار الانتكاس في حالات إدمان الكحول والمركبات الأفيونية. وربما يرجع ذلك إلى قدرة العقار على تنظيم عملية نمو الخلايا العصبية والحفاظ عليها، وتغيير قوة الوصلات بين هذه الخلايا (المرونة المشبكية العصبية)[6-9]، بيد أن "آيبوجاين" يتسم أيضًا بالعديد من الخصائص غير المرغوبة[10]. أول هذه الخصائص أنه يمكن أن يسبب عدم انتظام ضربات القلب إلى حد خطير، أو أن يُحدِث تسممًا عصبيًّا. وثانيتها أن الجرعات العلاجية منه ينجم عنها هلوسات طويلة الأمد. أما ثالثتها، فهي أن عملية تخليقه معقدة من الناحية التقنية، وهو ما يحدّ من إنتاجه.

من هنا، بدأت كاميرون وزملاؤها في هندسة مركّب مُناظِر لعقار "آيبوجاين"، يتمتع بقدرات "آيبوجاين" العلاجية ذاتها، لكنه يتسم بآثار جانبية أقل شدة. وفي البداية، قام الباحثون بحذف بعض البِنى الأساسية المكونة للجزيء الذي يتألف منه العقار بصورة ممنهجة، واكتشفوا أن حلقة رباعي هيدرو الأزيبين الداخلة في تركيبه ضرورية لحفز نمو الخلايا العصبية وتفرعها، سواء في المزارع الخلوية، أم في أدمغة الفئران. بعد ذلك، قام الفريق بتخليق نظائر للعقار "آيبوجاين"، تحتوي في تركيبها على حلقة رباعي هيدرو الأزيبين، وتتميز بأن لها تأثيرات محفزة لنمو الخلايا العصبية، إضافة إلى كونها أفضل من حيث الخصائص السمية.

وأسفرت هذه الجهود عن إنتاج مركّب واعد جديد مرشح لمزيد من الدراسة، يسمى "تابِرنانثالوج" (TBG)، يمكن تخليقه بسهولة في خطوة واحدة من مواد أولية يسهُل توفيرها. وقد استخدمت كاميرون وزملاؤها أساليب تحليل ثُبت فعاليتها لإجراء تجارب على قوارض، وبعض أسماك الزرد، بهدف المقارنة بين عقار "تابِرنانثالوج"، و"آيبوجاين". ووجدوا أن عقار "تابِرنانثالوج" أقل قدرة على التسبب في الهلوسة لمتلقيه، حسب ما أظهرته قياسات قدرة العقار على حفز سلوك ارتعاش الرأس في الفئران. وتَميز العقار أيضًا بأنه ذو تأثير أقل سُمِّية على القلب والنمو في أسماك الزرد، لا سيما مع الجرعات المنخفضة. وتشير هذه البيانات مجتمعة إلى أن عقار "تابِرنانثالوج" هو على الأرجح بديل أكثر أمانًا لعقار "آيبوجاين"، رغم أنه قد تكون هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات لفهم خصائصه فيما يتعلق بالسمية على مدى جرعاته المختلفة، وفي أنظمة علاج الحالات الحادة والمزمنة.

وقد أجرى فريق الباحثين بعد ذلك تقييمًا للخصائص العلاجية المحتملة لعقار "تابِرنانثالوج". فقيَّم في البداية فاعلية العقار ضد الاكتئاب. وعرَّض فئرانًا لضغوط طفيفة وغير متوقعة لمدة سبعة أيام، ثم أخضعوا هذه الحيوانات لاختبار السباحة الإجبارية، وهو اختبار شائع الاستخدام في التحقق من تأثير المركبات المضادة للاكتئاب. ويتبدَّل فيه سلوك الفئران ما بين مواصلة العوم، أو التوقف عن الحركة، أي السكون. والمركبات التي تقلل فترات سكون الفئران في تلك الاختبارات تكون لها عادةً تأثيرات مضادة للاكتئاب في البشر. وقد تبين أن عقار "تابِرنانثالوج" أدّى بعد يوم واحد فقط إلى مفعول سريع في سلوك الحيوانات الحركي، شابه التأثيرات المضادة للاكتئاب، إلى حد يمكن مقارنته بتأثير "كيتامين"، وهو عقار سريع المفعول مضاد للاكتئاب، إلا أن تأثيرات "تابِرنانثالوج" لم تستمر بقدر مفعول عقار "كيتامين" بعد أسبوع. ومن ثم، يجب أن تقيِّم الدراسات المستقبلية إمكانية إطالة تأثيرات عقار "تابِرنانثالوج" المشابهة لتأثيرات مضادات الاكتئاب، من خلال تغيير نظام جرعات العقار، أو عن طريق الجمع بين العقار، وتدخلات أخرى.

وفي الخطوة التالية، اختبرت كاميرون وزملاؤها قدرة عقار "تابرنانثالوج" على تغيير سلوك الإقبال على استهلاك مركبات الأفيون والكحوليات في نموذجين لقوارض مصابة


LAURENT SAZY

الشكل 1 | يُستخلَص عقار "آيبوجاين" من جذور الشجيرة المعروفة علميًّا باسم *Tabernanthe iboga* ولحائها. أظهر عقار "آيبوجاين" -وهو أحد المركّبات المهلوِسة - نتائج واعدة كعلاج للاكتئاب والإدمان، لكنه يتسم بعدة خصائص غير مرغوبة. وقد طورت كاميرون وزملاؤها[5] نظيرًا أكثر أمانًا لهذا العقار.

بالإدمان. ففي نموذج يمثل شَرَه معاقرة الكحوليات، أُتيح للفئران الاختيار بين شرب الماء، وتناوُل شراب كحولي يحتوي على تركيز نسبته 20% من الإيثانول. ثم عرَّض الفريق الفئران لآثار انسحاب الإيثانول على فترات لمدة سبعة أسابيع، بهدف خلق شَرَه لمعاقرة الكحوليات لدى هذه الحيوانات. وأدى العلاج بعقار "تابرنانثالوج" سريعًا إلى إضعاف إقبال الحيوانات على استهلاك الكحوليات، وامتد تأثيره إلى ما لا يقل عن يومين، على نحو شابه التأثيرات الملاحظة مع عقاقير أخرى مضادة للإدمان.

أما في النموذج الثاني، الذي يمثل الرغبة في تعاطي مشتقات الأفيون، فقد جرى تعليم بعض الجرذان أنْ تضغط على رافعة لتتلقى جرعة من الهيروين، عن طريق الحقْن في الوريد. وتبين في هذه الحالة أن عقار "تابرنانثالوج" يقلل سريعًا الرغبة في تعاطي الهيروين. ولعل أكثر ما يثير الاهتمام هو أن كاميرون وزملاءها وجدوا أنه في الجرذان التي عُرِّضت لآثار انسحاب الهيروين كان العلاج بعدها بعقار "تابرنانثالوج" فعالًا في منع الانتكاس إلى الإدمان لمدة تتراوح من 12 إلى 14 يومًا، في حين أنه في حال العقاقير الأخرى، يندر رصْد وقاية من الانتكاس، تستمر لهذه الفترة الطويلة إلى حد مدهش بعد علاج أحادي. وهو ما يشير إلى أن عقار "تابرنانثالوج" قد يكون ذا فائدة شديدة في تقليل السلوك الانتكاسي في أوساط المتعافين من إدمان العقاقير.

ومن الجدير بالملاحظة أيضًا أن العلاج بعقار "تابرنانثالوج" قلل أيضًا سريعًا سلوك الرغبة في السَّكروز في الجرذان. ويشير هذا الاكتشاف إلى أن العقار يمكن أن يكون ذا تأثير حاد، لا يعمل على تقليل السمات المرتبطة بالشعور باللذة، الناجم عن الإفراط في استخدام العقاقير، بل يعمل عوضًا عن ذلك على التحكم في السلوكيات المكتسبة بالتعلم بوجه عام. وهذا التفسير البديل لآلية عمل العقار، الذي يضاهي في أهميته هذا الاكتشاف نفسه، يشير إلى أن "تابرنانثالوج" يمكن أن يكون مفيدًا في تغيير مجموعة من السلوكيات الاعتيادية، بيد أن هذا ما زال بحاجة إلى دراسة.

كيف يعمل عقار "تابرنانثالوج" إذَن؟ أوضح الباحثون أن العقار يُنشِّط بقوة بروتين المستقبل (5-HT2AR)، فالعلاج الذي يُعطى فيه هذا العقار بالتزامُن مع عقار "كيتانسيرين" ketanserin -وهو مثبط للمستقبِل (5-HT2AR)- يَحُول دون حدوث تأثيرات عقار "تابرنانثالوج" التي تقلل سلوك السكون في اختبار السباحة الإجبارية، وهو ما يعني أن مسار التأشير هذا يلعب دورًا في إحداث تأثيرات "تابرنانثالوج" المشابِهة لتأثيرات مضادات الاكتئاب. كما وُجِد أن تأثيرات عقار "تابرنانثالوج" المحفزة لنمو الخلايا العصبية يمنعها على النحو نفسه عقار "كيتانسيرين". وتثير هذه الاكتشافات احتمالية مثيرة للاهتمام لأنْ يَحْدُث مفعول عقار "تابرنانثالوج" سريعًا من خلال مسار تأشير المستقبِل (5-HT2AR)، الذي يستخدمه العقار كي ينتج تأثيراته السلوكية العلاجية، التي يُحتمل أنه يتم الإبقاء عليها بعدئذ عن طريق التأثير على نمو الخلايا العصبية ومرونتها التشابكية، مثلما لوحظ في الدراسات التي أجريت على عقار "كيتامين". وسيظل من الضروري إجراء الدراسات التي تستطيع تقييم ما إذا كانت ثمة حاجة إلى مرونة مشبكية عصبية لإحداث تأثيرات العقار، ومدى الحاجة إلى هذه المرونة، والكيفية التي تؤثر بها مع مسار تأشير المستقبِل (5-HT2AR) على سلوك الخلايا العصبية ووظيفتها، من خلال التأثير على أنواع بعينها من الخلايا والدوائر العصبية.

ويُعد بحث كاميرون وزملائها أساسًا للبحوث المستقبلية، الرامية إلى معرفة ما إذا كان ممكنًا استخدام عقار "تابرنانثالوج"، ونظائر "آيبوجاين" الأخرى، بهدف علاج حالات الإدمان والاكتئاب. ومن الجدير بالذكر أن النماذج الحيوانية للسلوكيات ذات الصلة بالأمراض النفسية تشتهر بأنها معقدة، ولا يستطيع نموذج واحد أن يحاكي بصدق أوجه الاضطراب النفسي كافة[11]. كما اتضح لنا أن المركّبات ذات التأثيرات السلوكية الواعدة في القوارض ليست كلها مفيدة علاجيًّا للبشر. ومن ثم، ستكون هناك حاجة إلى دراسات مكثفة تبني على نماذج حيوانية أخرى، وعلى تجارب إكلينيكية لاحقة، من أجل توضيح آلية عمل عقار "تابرنانثالوج"، ولفهْم العلاقة بين جرعاته، وتأثيراته العلاجية، وآثاره الجانبية الضارة، ولوضع نظام جرعات لتعاطيه على نحو آمِن وفعال في البشر، وللتيقن من فعاليته الإكلينيكية في نهاية المطاف.

وقد حرصت كاميرون وزملاؤها في الواقع على تأكيد أن ما استفادوا به في دراستهم هو مجرد خطوة أولى في هذا الاتجاه، وليس دعوة إلى الشروع مباشرة في استخدام عقار "تابرنانثالوج"، أو "آيبوجاين"، أو المركّبات المماثلة، في العيادات الإكلينيكية أو مع الحالات غير الخاضعة لإشراف طبي. وإنما يقدم بحثها هي وزملائها أدلة قوية، تدعم السعي إلى مواصلة دراسة هذه الطائفة الجديدة من المركّبات العلاجية. كما يُعَد هذا العمل البحثي بمثابة خريطة طريق ترشد الجهود المستقبلية الرامية إلى هندسة نظائر جديدة للمركّبات المُهلوِسة، تحافظ على الفوائد العلاجية المحتملة لهذه المركّبات، مع تقليل آثارها الجانبية الضارة، وخصائصها غير المرغوبة الأخرى، إلى أقل حد ممكن.

جابرييلا مانزانو-نيفيس، وكونور لِستون
يعملان بقسم الطب النفسي في معهد ساكلر للبيولوجيا النفسية التطورية، ومعهد فايل فاميلي لبحوث المخ والعقل بكلية طب ويل كورنيل في نيويورك، نيويورك 10021، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: col2004@med.cornell.edu

1. Vollenweider, F. X. & Kometer, M. *Nature Rev. Neurosci.* **11**, 642–651 (2010).
2. Carhart-Harris, R. L. *et al. Lancet Psychiatry* **3**, 619–627 (2016).
3. Mithoefer, M. C., Wagner, M. T., Mithoefer, A. T., Jerome, L. & Doblin, R. *J. Psychopharmacol.* **25**, 439–452 (2011).
4. Ross, S. *et al. J. Psychopharmacol.* **30**, 1165–1180 (2016).
5. Cameron, L. P. *et al. Nature* **589**, 474–479 (2021).
6. He, D.-Y. *et al. J. Neurosci.* **25**, 619–628 (2005).
7. Noller, G. E., Frampton, C. M. & Yazar-Klosinski, B. *Am. J. Drug Alcohol Abuse* **44**, 37–46 (2018).
8. Ly, C. *et al. Cell Rep.* **23**, 3170–3182 (2018).
9. Glick, S. D. *et al. Brain Res.* **657**, 14–22 (1994).
10. Iyer, R. N., Favela, D., Zhang, G. & Olson, D. E. *Nat. Prod. Rep.* https://doi.org/10.1039/D0NP00033G (2020).
11. Nestler, E. J. & Hyman, S. E. *Nature Neurosci.* **13**, 1161–1169 (2010).

العلوم العصبية

الإيقاعات الدماغية التي تساعدنا على تعيين مواضع الحواجز المكانية

هوجو جيه. سبيرز

ذبذبات في نشاط الخلايا العصبية في الفص الصدغي الأوسط من دماغ الإنسان تعمل على ترميز مواضع الحدود والحواجز (مثل الجدران) عند تحديد المرء موقعه أثناء السير، وكذلك عند مراقبته شخصًا آخر يفعل ذلك.

الاقترابُ من حافة منحدرٍ شاهقٍ تجربةٌ تحبس الأنفاس، وإذا رأيتَ أحدهم يفعل ذلك، فَقد تُصاب بالقدر نفسه من التوتر. فقدرةُ أدمغتنا على معالجة الحد الفاصل بين نقطتين مكانيتين تحظى بأهمية بالغة، لا من أجل تجنُّب هذه الأخطار فحسب، وإنما لتحديد المواقع بوجهٍ عام، إذ يمكن لهذه الحدود أن تساعد على الوصول إلى أماكن الموارد. فالسَّير في وادٍ ضيق شديد الانحدار، مثلًا، قد يكون محفوفًا بالمخاطر، إلا أنه قد يكون ضروريًّا للعثور على الغذاء كذلك، أو لقاء الأصدقاء. فكيف يتسنَّى لأدمغتنا تتبُّع مثل هذه المعلومات؟ يشير ماتياس شتانجل وزملاؤه، في الدراسة التي نُشرت مؤخرًا في دورية *Nature*[1]، إلى أن ثمة إيقاعاتٍ دماغية ذات تردد مُحدَّد تزداد عند الاقتراب من الحدود والحواجز. ليس هذا فحسب، بل إن هذه الإيقاعات تكون حاضرةً كذلك عند مراقبة شخص آخر يفعل الشيء نفسه.

وترتكز قدرتنا على تحديد المواقع على مناطق بعينها في الفص الصدغي الأوسط (MTL) من الدماغ، مثل القشرة الشمية الداخلية، والحُصين[2]. فالخلايا العصبية في هذه المناطق تُطلِق إشارة داخلية، تكون بمثابة علامة دالة على موقعك الحالي على خريطة[2]، ما يُتيح لمناطق أخرى في الدماغ الربط بين الأماكن، والخبرات الحياتية (كأن تقول لنفسك: "لا تَعُدْ إلى هذه الحانة البائسة مرةً أخرى"). وبعض هذه الخلايا العصبية مختصَّة بإرسال الإشارات الدالة على الاقتراب من الحدود والحواجز[3،4].

ونظرًا إلى صعوبة التسجيل من الخلايا العصبية البشرية أثناء يقظة الشخص أو تنقُّله، فقد استعان العلماء بالقوارض في تكوين جانب كبير من فهمنا لكيفية تمثيل الحدود والحواجز في الدماغ. فعندما تعدو الفئران هنا وهناك، تنشط الخلايا العصبية التي تُصدِر إشاراتٍ دالة على الحواجز، إضافةً إلى ذبذبات "ثيتا" theta؛ وهي تغيُّرات مستمرة في النشاط الكهربي الكلي لمنطقة دماغية أوسع نطاقًا، تَحدُث بسبب النشاط المشترك لعدة خلايا عصبية، عند تردد يتراوح بين 8 و12 هرتز (المرجع رقم 5).

أما في حالة البشر، فقد استُمدت بعض الأفكار الرئيسة في هذا الشأن من مُصابين بداء الصرع، كانوا مُقبِلين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على الخضوع لجراحة عصبية، وقد زُرِعت أقطابٌ كهربية في أدمغتهم (في الفص الصدغي الأوسط). يمكن فلترة تسجيلات نشاط الخلايا العصبية على نحوٍ يفسر التفريغ الصرعي (epileptic discharge)، ما يكشف عن أنماط نشاط الخلايا العصبية على مستوى البِنى الدماغية العميقة. فعلى سبيل المثال، أُجريَت تجارب يتنقَّل فيها الأشخاص في بيئات افتراضية وهم جالسون على مقاعدهم، وساعدَتْ هذه التجارب على الكشف عن نتيجةٍ، مفادُها حدوث تعزيز لذبذبات "ثيتا" في الفص الصدغي الأوسط لدى الإنسان عندما يعمل الدماغ على ترميز مواقع كائنة على مقربة من الحدود أو الحواجز[6]، غير أنه لم يكن واضحًا ما إذا كان النشاط نفسه يحدث أثناء السير، أم لا.

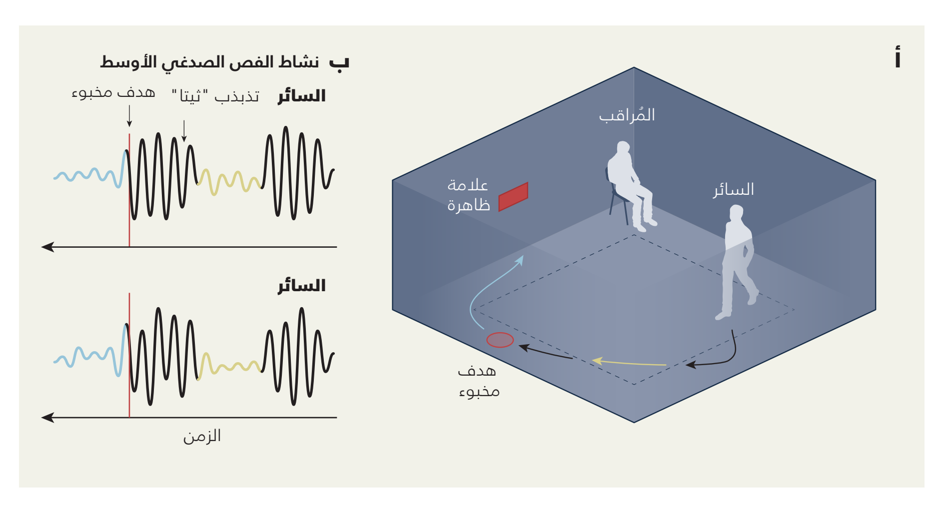
وفي هذه الدراسة، تمكَّن شتانجل وفريقه من التغلب على صعوبة التسجيل أثناء التنقُّل، وذلك باستخدام نظام تسجيل لاسلكي[7]. طُلب من المشاركين الذين يرتدون الجهاز المراوحة بين الاقتراب من مواقع أهدافٍ غير ظاهرة في الغرفة، والسير في اتجاه أهداف مُميَّزة بعلامات ظاهرة (شكل -1أ). وبعد ذلك، أخبر الباحثون المشاركين في مرحلة استكشاف أوَّلية بمواقع الأهداف غير الظاهرة، ثم طلبوا منهم تذكُّر مواقع هذه الأهداف في التجربة ذاتها.

عند اقتراب المشاركين من أحد الأهداف غير الظاهرة، لوحظ تزايُد ذبذبات "ثيتا" في الفص الدماغي الأوسط بالقرب من الجدران التي مثَّلت حدود البيئة المحيطة. وقد رُصد هذا التغيُّر لدى جميع المشاركين، واستمر في حالتَي الاقتراب من الجدار، والابتعاد عنه، على حد سواء. كما لُوحظ أن الذبذبات كانت أضعف بكثير عند السير صوب العلامات المحدَّدة على الجدار، ما يدل على أن ذبذبات "ثيتا" المرتبطة بوجود الحواجز كانت في أقوى حالاتها عندما تَطلَّب الأمر الاستعانة بالذاكرة لتحديد هدف ما (شكل -1ب).

وقد كانت أدلةُ ترميز الحدود والحواجز في الفص الصدغي الأوسط لدى الإنسان أثناء السير مثيرةً للاهتمام، بالنظر إلى أن جانبًا كبيرًا من تجربة تحديد المواقع والمسارات في حياتنا اليومية يحدث في أثناء السير. ولم يعمد إلى استكشاف الديناميَّات العصبية التي ينطوي عليها هذا السلوك سوى عددٍ محدود من الدراسات، لأن مُطالَبة المشاركين بالسير تطرح مزيدًا من التحديات. فعلى سبيل المثال، قد تتباين متغيرات أخرى عديدة من المتغيرات المرتبطة بالحركة الذاتية، مثل اقتران القُرب من الحاجز بتغيُّر في سرعة الحركة، ما قد يؤدي إلى عدم وضوح ما إذا كانت الحواجز هي المسؤولة عن النتائج، أم لا. وقد أخذ شتانجل وفريقه مثل هذه المقاييس بعين الاعتبار في تحليلهم، ليُبيِّنوا كيف أن تغيُّرات "ثيتا" المرتبطة بالحواجز مستقلة فيما يبدو عن هذه المتغيرات، وعن مقاييس حركة العين كذلك.

ومع ذلك، يبقى هناك احتمال أن تكون هذه النتائج راجعة إلى المتغيرات المرتبطة بالسير، وإنْ لم يتسنَّ الوقوف عليها. وعليه، أقدَمَ الفريق على فحص هذا الاحتمال في تجربتهم التالية. فقد حصل الباحثون على تسجيلات عصبية من أشخاصٍ يراقبون شخصًا يؤدي السلوك ذاته. وكشفت هذه التجربة المحورية أن ذبذبات "ثيتا" في الفص الصدغي الأوسط تزداد أيضًا عندما يرى أحدهم شخصًا آخر يقترب من جدار. وهكذا، خلص الباحثون إلى أنه لدى اقتراب أحدهم من حافة منحدر، أو رؤية صديق له يفعل ذلك، تزداد على الأرجح ذبذبات "ثيتا" في الفص الصدغي الأوسط من دماغه. ونظرًا إلى أن هذه الاستجابة تحدث في حالتَي السير والمُراقبة كلتيهما، فإن احتمالات ارتباط ذبذبات "ثيتا" بالتمثيل الداخلي للمكان أرجح من احتمالات ارتباطها بالمُدخَلات البصرية الصرفة، أو مُدخَلات الحركة الذاتية.

إنّ توصُّل الباحثين إلى أنَّ بِنى الفص الصدغي الأوسط



الشكل 1 | السائر والمراقب يشتركان في أنماط نشاط الخلايا العصبية. (أ) أعدَّ شتانجل وزملاؤه[1] تجربة، طُلب فيها من أحد الأشخاص التجوُّل عبر الغرفة، بينما جلس آخر لمراقبته. وقد مرَّ السائر بمواقع أهداف غير ظاهرة، تذكرها من مرحلة استكشافٍ سابقة، وتحرك باتجاه الأهداف الظاهرة المحدَّدة على الجدران (لدواعي التبسيط، نكتفي هنا بعرض مثالٍ واحد فقط من كل نوع من نوعي الأهداف، رغم أن التجربة استخدمت أمثلة عديدة). وتشير الخطوط المتقطعة إلى الحدود التي اعتُبر عندها السائر قريبًا من أحد الجدران، لأغراض التحليل، كما تشير الأسهم على مراحل مختلفة من السير (حيث يشير السهم الأسود، مثلًا، إلى الاتجاه نحو هدف غير ظاهر قريب من الجدار). **(ب)** وقد أجرى الباحثون تحليلًا للنشاط الكهربي في الفص الصدغي الأوسط لدى كل من السائر والمُراقب أثناء تنقُّل السائر في الغرفة. ورصدوا ذبذبة قوية للنشاط الدماغي، يُطلق عليها ذبذبة "ثيتا" لدى السائر أثناء تحركه ناحية الأهداف غير الظاهرة؛ على أن هذه الذبذبة اقترنت بالحركة على مُقربة من الجدران. ورُصدت ذبذبة ضعيفة عند التحرك في اتجاه الأهداف الظاهرة. وقد رُصدت لدى الشخص المراقب أنماط النشاط ذاتها؛ ما يدل على أن ذبذبات "ثيتا" تُعَدّ جزءًا من تمثيلنا الداخلي للمكان، الذي يساعد المرء على تتبُّع الآخرين.

لدى الإنسان هي المسؤولة عن ترميز المعلومات الخاصة بالآخرين يأتي بالتوازي مع أدلةٍ أخرى تفيد بأن الخلايا العصبية لدى الفئران والخفافيش هي المسؤولة عن ترميز مواقع الحيوانات الأخرى[8،9]. وبوجهٍ عام، ينسجم هذا الاكتشاف مع القول بوجود رموز "شبيهة بالمرايا" لرصد العالَم المحيط، والتصرف فيه بطريقةٍ معينة[10].

وثمة سؤالٌ محوري يطرح نفسه في هذا الصدد، هو: لماذا تزداد ذبذبات "ثيتا" عند الاقتراب من حدود الحواجز؟ يعتقد شتانجل وزملاؤه أن التغيير ربما ينشأ من زيادة الحاجة إلى دمج المعلومات عبر شبكات الدماغ عند التنقُّل أو تحديد الموقع. أما السببُ الكامن وراء زيادة الحاجة إلى دمج الشبكات بالقرب من الحدود والحواجز، فلم يتضح بعد. ولعل قدرة المرء على استنباط موقعه بدقة ترتفع عند الاقتراب من جدار، وارتفاع مستوى الدقة هو ما يؤدي إلى تعزيز ذبذبات "ثيتا". وهناك حاجة إلى إجراء مزيد من الأبحاث لفحص هذا الاحتمال، والوقوف على أسباب إغفال الباحثين هذه النتائج عند حديثهم عن القوارض. ومن بين التفسيرات المحتملة لذلك، التجهيزات التجريبية المستخدَمة لفحص الحيوانات، أو التأثير المهيمن للحركة الذاتية على ذبذبات "ثيتا" لدى القوارض[2].

وقد طرحت دراسة شتانجل وفريقه سؤالًا أوسع نطاقًا، هو: كيف يتتبَّع الدماغ مواقع الأشخاص الآخرين في مكان ما؟ ينصبُّ تركيزُ النماذج الحالية على كيفية تشكيل الموقع الذاتي[2]، أما الكيفية التي تُستخدم بها المُدخلات البصرية في تحديد موقع أشخاص آخرين، فتبقى من بين الجوانب المثيرة للاهتمام، التي تتطلَّب مزيدًا من البحث في المستقبل. طلب شتانجل وزملاؤه من المشاركين الجلوس في سكونٍ أثناء مراقبتهم شخصًا آخر أثناء تنقُّله، على أنَّ الواقع كثيرًا ما يفرض علينا المراقبة والسير في آنٍ واحد. فكيف يتسنَّى للمرء أن يجمع بين القدرة على تحديد موقعه ومواقع الآخرين في اللحظة ذاتها؟ يبدو أن الدماغ يُشكِّل خرائط عديدة، ومتمايزة، لتحديد مواقعنا ومواقع الآخرين (أصدقاء كانوا، أم أعداء) في الحيز المادي، ثم يربط بين هذه الخرائط وخرائط أخرى أكثر تجريدًا للشبكات الاجتماعية، والبِنى الهرمية المعرفية[11].

بقي أن نشير إلى أنَّ هناك أنواعًا عديدة (مثل الحيتان القاتلة، والذئاب، وقرود الشمبانزي) قد تكيَّفت على نحوٍ جعلها قادرةً على الصيد الجماعي[12]. ولم يُكشف النقاب بعد عن الكيفية التي يحدث بها التنسيق بين أدمغتها، كي تسلك هذا السلوك، ولكن يبدو لنا الآن أنَّ الأمر قد يكون متصلًا بإيقاع "ثيتا" الذي يعتمل في الفص الصدغي الأوسط. وبفضل شتانجل وزملائه، الذين نجحوا في اجتياز إحدى العقبات التقنية، صار في إمكاننا أن نرى آفاقًا جديدة، نتطلع فيها إلى اكتشافات مثيرة.

هوجو جيه. سبيرز

يعمل في قسم علم النفس التجريبي بجامعة كوليدج لندن، لندن، WC1H OAP، المملكة المتحدة.

البريد الإلكتروني: h.spiers@ucl.ac.uk

1. Stangl, M. *et al. Nature* **589**, 420–425 (2021).
2. Grieves, R. M. & Jeffery, K. J. *Behav. Process.* **135**, 113–131 (2017).
3. Lever, C., Burton, S., Jeewajee, A., O'Keefe, J. & Burgess, N. *J. Neurosci.* **29**, 9771–9777 (2009).
4. Solstad, T., Boccara, C. N., Kropff, E., Moser, M. B. & Moser, E. I. *Science* **322**, 1865–1868 (2008).
5. Vanderwolf, C. H. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* **26**, 407–418 (1969).
6. Lee, S. A. *et al. J. Neurosci.* **38**, 3265–3272 (2018).
7. Morrell, M. J. & RNS System in Epilepsy Study Group. *Neurology* **77**, 1295–1304 (2011).
8. Omer, D. B., Maimon, S. R., Las, L. & Ulanovsky, N. *Science* **359**, 218–224 (2018).
9. Danjo, T., Toyoizumi, T. & Fujisawa, S. *Science* **359**, 213–218 (2018).
10. Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G. *Brain* **119**, 593–609 (1996).
11. Spiers, H. J. *Trends Cogn. Sci.* **24**, 168–170 (2020).
12. Krause, J. & Ruxton, G. *Living in Groups* (Oxford Univ. Press, 2002).

ملخصات الأبحاث

نظام مناظَرة آلي يتمتع باستقلال ذاتي

يُعرَّف الذكاء الاصطناعي بأنَّه قدرة الآلات على أداء مهام عادةً ما تُنْسَب إلى كائنات عاقلة. وتُعَد القدرة على الجدال والمناظَرة من بين المهارات الأساسية المميِّزة للذكاء البشري، إذ لا غنى عنهما لأداء طيفٍ عريض من الأنشطة البشرية، كما أنهما شائعان لدى جميع المجتمعات البشرية. ومن هنا، فإن ابتكار تقنيات جدال حاسوبية يُعَد أحد التخصصات الناشئة المهمة في مجال أبحاث الذكاء الاصطناعي.

وفي هذا البحث المنشور، أفاد الباحثون بابتكارهم نظام "بروجيكت ديباتر" Project Debater للمناظَرة، وهو نظام يتمتع باستقلال ذاتي، ويستطيع المشاركة في مناظرة تنافسية يواجه فيها البشر. وعرض الباحثون وصفًا كاملًا لتصميم بِنْية النظام، وتقييمًا منهجيًّا شاملًا لعملية تشغيله للمناظَرة في موضوعات شتَّى. كما تضمَّن البحث تقريرًا مفصَّلًا عن أداء هذا النظام في ظهوره الأول أمام الجمهور ضد ثلاثة مناظِرين خبراء من البشر.

وإضافةً إلى ذلك، سلَّط الباحثون الضوء على أبرز الاختلافات بين مناظَرة أنظمة الذكاء الاصطناعي للبشر، ومسابقات الألعاب التي تقوم على تحدِّي البشر. وأوضحوا أنه إذا كان تحدِّي البشر في الألعاب هو محل تركيز "التحديات الكبرى" التقليدية، التي طالما شغلت مجتمع الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي على مدار العقود القليلة الماضية، فيمكن القول إن هذه التحديات تقع في نطاق "راحة" الذكاء الاصطناعي. أما مناظرة البشر، فتقع في نطاق مغاير، ما زال البشر متفوقين فيه، ويتطلَّب نماذج مبتكرة لإحراز تقدُّم كبير على هذا الصعيد.

B. Dickson *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2974-5

الشكل إلى اليسار | مخطط سير المناظَرة. تفاصيل نَسَق المناظرة.

	قبل المناظرة: يتلقى كلا الطرفين مُقترَح المناظرة، ويستعدان. يعرض مدير المناظرة المُقترَح أمام الحاضرين.	15 دقيقة
مداخلات افتتاحية	يُلقي نظام "بروجكت ديباتر" خطاب "الحكومة" الافتتاحية.	4 دقائق
	يُلقي أحد المناظرين من البشر خطاب "المعارضة" الافتتاحية، ويرُد.	4 دقائق
مداخلات ثانية	يُفنِّد نظام "بروجكت ديباتر" الحجج المعارضة ويقدم نقاطًا إضافية.	4 دقائق
	يُفنِّد أحد المناظرين الحجج المعارضة ويقدم نقاطًا إضافية.	4 دقائق
مداخلات ختامية	يُقدِّم نظام "بروجكت ديباتر" تفنيدًا نهائيًّا وبيانات ختامية.	دقيقتان
	يُقدم أحد المناظرين تفنيدًا نهائيًّا وبيانات ختامية.	دقيقتان

شبكات تنقل البشر تتحكم في توجيه مسار «كوفيد-19»

أسفرَتْ جائحة مرض فيروس كورونا 2019، المعروف بمرض "كوفيد-19" COVID-19، عن تغيُّر ملحوظ في أنماط تنقل البشر، مما استلزم وضع نماذج وبائية قادرة على رصد آثار هذا التغير في تنقلات الأفراد على انتشار فيروس "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2، المسبِّب للمرض.

وفي هذا البحث، عَمد الباحثون إلى إعداد نموذج للجماعات السكانية شبه المستقرة، يُعرف اختصارًا بنموذج "سير" SEIR، ويتيح إحصاء أعداد المشتبه في إمكانية تعرُّضهم لخطر الإصابة بالفيروس، والمعرضين فعليًّا لخطر الإصابة، والمصابين بالفيروس، والمتعافين منه. اعتمد النموذج على شبكات تنقُّل ديناميكية تفصيلية، بهدف محاكاة انتشار فيروس "سارس-كوف-2"، في عشرٍ من أكبر المناطق الحضرية بالولايات المتحدة. وقد استُند في رسم شبكات التنقل إلى بيانات الهواتف المحمولة، التي مكّنت الباحثين من رسم خريطة للتنقلات التي يقوم بها 98 مليون شخص على مدار الساعة بين الأحياء السكنية (أو التجمُّعات سكانية)، والأماكن التي يرتادونها، كالمطاعم، والمنشآت الدينية. رَبطت تلك الشبكات بين 56,945 تجمعًا سكانيًّا، والأماكن التي يقصدها السكان، التي بلغ عددها 552,758 مكانًا، فكانت المحصلة 5.4 مليار تحرُّك على مدار الساعة.

وقد تبين أنه من خلال الدمج بين هذه الشبكات، يمكن لنموذج "سير" بسيط نسبيًّا أن يعبّر بدقة عن المسار الحقيقي للإصابات، رغم التغييرات الملموسة في سلوك السكان بمرور الوقت. وحسب تقديرات النموذج الذي طوَّره الباحثون، فإن عددًا محدودًا من الأماكن التي شهدَت تفشيًا سريعًا للعدوى هو ما تُعزى إليه الغالبية العظمى من الإصابات، كما يفيد النموذج بأن تقييد الحد الأقصى للإشغال في تلك الأماكن بالتحديد يفوق في فاعليته الاستراتيجية التي تقوم على الحدِّ من التنقلات بشكلٍ موحَّد.

وإضافةً إلى ذلك، يوفر النموذج توقعات صحيحة بارتفاع معدلات العدوى بين المجموعات المحرومة، سواءٌ أكانت مجموعات عرقية، أم اجتماعية واقتصادية، كنتيجة لفروق التنقل وحدها. فقد وجد الباحثون أن أفراد هذه المجموعات لم يتمكنوا من تقليل تنقلاتهم بالقدر نفسه، مقارنة بغيرهم، وأن الأماكن التي يرتادونها أشدّ ازدحامًا، ما يجعلها مرتبطة بارتفاع مخاطر الإصابة. وبالنظر إلى قدرة النموذج على رصد الفئات المعرضة للإصابة، والأماكن التي تقع فيها تلك الإصابات، فإنه ييسر إجراء تحليلات مفصلة، وقادرة على تقديم المعلومات اللازمة لوضع سياسة لمجابهة جائحة "كوفيد-19" تتسم بدرجة أعلى من الكفاءة والعدالة.

S. Chang *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2923-3

خرائط تطعيمات الحصبة في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل

منذ عام 1974، يُوصَى على مستوى العالم بالتطعيم بلقاح الحصبة الآمِن شديد الفعالية، غير أنَّ عام 2017 شهد أكثر من 17 مليون حالة إصابة بالمرض، و83,400 حالة وفاة به بين الأطفال دون سن خمس سنوات، ووقع ما يزيد على 99% من حالات الإصابة والوفاة المذكورة في البلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة.

ولكي نفهم أنماط المناعة تجاه المرض بدقة من الناحية الجغرافية، ونُقدِّر مدى التقدُّم المُحرَز نحو تحقيق أهداف خطة العمل العالمية للقاحات (GVAP)، ونحدد المناطق المهددة بشدة بانتشار المرض فيها في ظل الاضطرابات التي تشهدها برامج التطعيم نتيجة تفشي مرض "كوفيد-19"، لا بد أن تتوفر لنا تقديراتٌ سنوية لنسب الحاصلين على الجرعة الأولى من التطعيمات الروتينية المحتوية على لقاح للحصبة (MCV1) في كل منطقة، وأن يُمكن المقارنة بين تلك التقديرات على مستوى العالم.

وفي هذا البحث المنشور، وضع الباحثون تقديراتٍ سنوية لِنسب الأطفال الذين حصلوا على الجرعة الأولى من هذه التطعيمات الروتينية في الفترة من عام 2000 إلى عام 2019، في 101 بلد من البلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة، وذلك على المستوى الثاني من التقسيمات الإدارية في تلك البلدان، وأيضًا على مستوى مناطق تبلغ مساحة الواحدة منها 5x5 كيلومتر مربع. كما قدر الباحثون التفاوُت الجغرافي في هذه النسب، وقيَّموا وضْع التطعيمات حسب مدى البُعد الجغرافي للمناطق.

وتبيَّن أنَّه بعد الزيادات التي شهدها كثيرٌ من المناطق في معدلات تلقي الجرعة الأولى من التطعيمات المحتوية على لقاح للحصبة في الفترة من عام 2000 إلى عام 2010، تراجعت نسب هذه التطعيمات في أكثر من نصف المناطق محل الدراسة في الفترة ما بين عامي 2010، و2019، لتتخلف بهذا بلدان كثيرة من البلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة بشوطٍ كبير عن تحقيق هدف خطة العمل العالمية

للقاحات، الذي يتمثل في الوصول بنِسَب هذه التطعيمات إلى 80% في جميع المناطق بحلول عام 2019. كما لوحظ أنَّ نِسَب تلقي الجرعة الأولى من التطعيمات المحتوية على لقاح للحصبة كانت أقل في المناطق الريفية منها في المناطق الحضرية، مع أنَّ المناطق الحضرية تعيش بها نسبةٌ أكبر من إجمالي عدد الأطفال الذين لم يحصلوا على اللقاح. ومن ثم، ينبغي أن تتصدى الاستراتيجيات الهادفة إلى توفير خدمات التطعيم الأساسية لكلا السياقين الجغرافيين.

وبهذا، توفر هذه النتائج وسيلةً لصناع القرار، يُمكنهم من خلالها تعزيز البرامج الروتينية لإعطاء الجرعة الأولى من التطعيمات المحتوية على لقاح للحصبة، وتوفير حماية مُتكافئة لجميع الأطفال من المرض.

Local Burden of Disease Vaccine Coverage Collaborators
doi:10.1038/s41586-020-03043-4

الشكل إلى اليسار | النسب التقديرية للحاصلين على الجرعة الأولى من التطعيمات المحتوية على لقاح للحصبة بالمناطق المختلفة في 101 بلد من البلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة، في الفترة ما بين عامي 2000، و2019. أ-ج نسب الحاصلين على الجرعة الأولى من التطعيمات المحتوية على لقاح الحصبة بين السكان المُستهدَفين في المناطق محل الدراسة في عام 2000 (الشكل أ) و2010 (الشكل ب) و2019 (الشكل ج). استُخدم اللون الرمادي لتمييز البلدان المُستثناة من التحليل والمناطق المُصنَّفة على أنَّها "جدباء، أو ذات غطاءٍ نباتي شحيح"، بناءً على بيانات القمر الصناعي الخاص بمستشعر قياس الإشعاع الطيفي للتصوير متوسط الدقة (MODIS)، وكذلك استخدم اللون ذاته لتمييز المناطق التي يسكنها أقل من 10 أشخاص لكل 1x1 كيلومتر مربع، وفقًا لتقديرات موقع "وورلدبوب" WorldPop.

رصْد غير هدَّام للبتات الكَمّية الفوتونية

يواجه المجال التجريبي للمعلومات الكمية تحديات جمَّة، من أصعبها الحفاظ على حالة التراكُب الهشة للبتات الكمية. فبينما يمكن إطالة أعمار الحاملات المادية للبتات الكمية، مثل الذاكرات، من الناحية النظرية على الأقل، يتعذر تحقيق الشيء نفسه في حالة الفوتونات السارية، التي تُفقَد سريعًا عن طريق الامتصاص، أو الحيود، أو التشتت.

ويمكن تخفيف حدة مشكلة الفقدان باستخدام راصدٍ غير هدَّام للبتات الكمية الفوتونية، يستطيع رصد الفوتون، دون تدمير البت الكمي المُرمَّز. ويُفترض في راصد كهذا أن يُسهِّل تنفيذ البروتوكولات التي تعتمد فيها المهام الموزَّعة على بث البتات الكمية الفوتونية بنجاح، وأن يُحسِّن عمليات قياس خواص البتات الكمية سريعة التأثُّر بفقدان الفوتونات، وأن يُتيح أنواعًا معينة من هجمات توزيع المفاتيح الكمية.

وفي هذا البحث المنشور، يتمكن الباحثون من تصميم راصد من هذا النوع، يعتمد على ذَرّةٍ واحدة في مرنانين بصريين متقاطعين، مصنوعَين من الألياف؛ الأول خاص بالاقتران بين الذرّة والفوتون، ولا يتأثَّر بالبتات الكمية، والثاني لرصد الحالة الذرية. وباستخدام هذا الراصد، استطاع الباحثون رصد البتات الكمية رصدًا غير هدَّام، فور بقائها على حالتها؛ حيث بلغت كفاءته 79% ± 3، كما بلغت احتمالية بقاء الفوتونات 31% ± 1، وحافَظ الباحثون كذلك على معلومات البتات الكمية بدقةٍ بلغت 96.2% ± 0.3.

ولتوضيح إمكانات هذا الراصد، بيَّن الباحثون أنَّه قادر -بالمعاملات المُتَّبَعة حاليًّا- على تحسين معدل كل من التشابك الكمي طويل المدى، وتوزيع الحالات الكمية ودقتهما، مقارنةً بنتائج الطرق السابقة. وإضافةً إلى ما تقدَّم، يُتيح هذا الراصد تحقيق الاستفادة المثلى من الموارد عبر تضخيم البتات الكمية، كما يمكن الاستعانة به في إجراء اختبارات "بيل"، دون التعرُّض لمشكلات الرصد المعتادة.

D. Niemietz *et al.*
doi:10.1038/s41586-021-03290-z

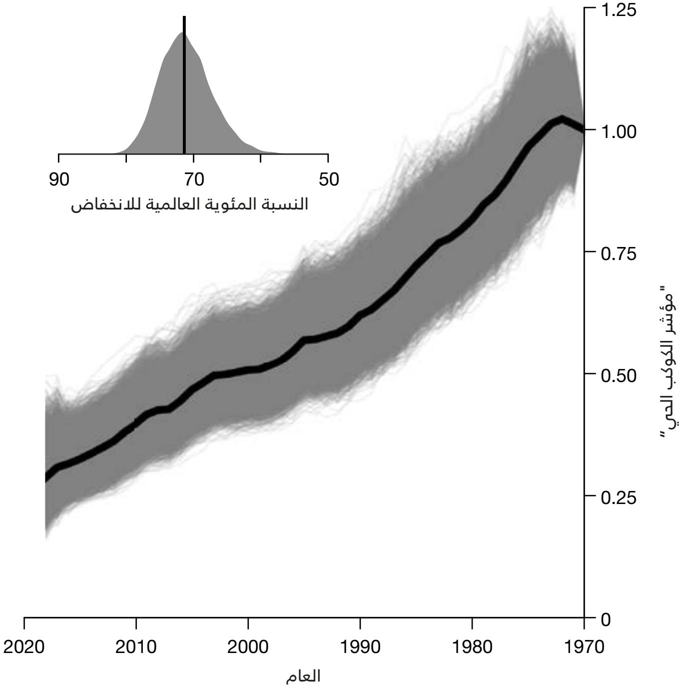
انخفاض أعداد أسماك القرش والشفنينيات

يُعَد الصيد الجائر السبب الأساسي وراء فناء الأنواع البحرية. ومع ذلك، يصعب قياس معدلات انخفاض خطر انقراض كل نوع، ومعدلات تزايُد هذا الخطر، لا سيما في حال أضخم المفترسات الموجودة في أعالي البحار. وفي هذا البحث المنشور، يجري الباحثون حسابات لقيم مؤشرَين راسخَين، بغية تتبُّع سير التقدُّم المحرز نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وأهداف التنوع البيولوجي التي جرى إرساؤها في مدينة آيتشي اليابانية، وهما: "مؤشر الكوكب الحي" Living Planet Index (وهو مقياس للتغيرات في وفرة الأنواع، جُمِع من 57 مجموعة بيانات حول وفرة 18 نوعًا من أسماك القرش والشفنينيات المحيطية على مدار سلسلة زمنية معينة)، و"مؤشر القائمة الحمراء"

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Red List Index (وهو مقياس لتغيُّر خطر الانقراض، جرى حسابه فيما يخص جميع أنواع أسماك القرش والشفنينيات المحيطية، وعددها 31 نوعًا). وعليه، وجد الباحثون أنَّ وفرة أسماك القرش والشفنينيات المحيطية عالميًّا قد انخفضت بنسبة 71% منذ عام 1970، من جرّاء تزايُد القيمة النسبية لضغط الصيد بمقدار 18 ضعفًا. وقد أدّى نضوب هذه الأنواع إلى زيادة خطر انقراضها عالميًّا، إلى حد أن ثلاثة أرباع أنواع هذه المجموعة المهمة وظيفيًّا بات مهددًا بالانقراض. ومن هنا، ثمة حاجة مُلِحّة لوضع تدابير صارمة لحظر الصيد، وفرض قيود احترازية عليه، وفق أسس علمية، لتفادي انهيار مجتمعات الأنواع، وتعزيز تعافيها، وتجنب الإخلال بالوظائف الإيكولوجية.

N. Pacoureau *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-03173-9



الشكل إلى اليسار | تقدير لـ"مؤشر الكوكب الحي" العالمي (المعروف اختصارًا باسم LPI) لوفرة 18 نوعًا من أسماك القرش المحيطية، عن الفترة بين عامَي 1970، و2018: جرى احتساب النسبة المئوية العالمية للانخفاض، بناءً على ما انتهى إليه المؤشر قرب سنة التقييم النهائية، مقارنة به في أواخر عام 1970. ويشير الخط الأسود إلى متوسط هذا الانخفاض، في حين تعبر الخطوط البيضاء عن مجالات الثقة، ومقدارها 95%، وتشير الخطوط الرمادية إلى كل تكرار.

رصْد ممارسات التمييز في التوظيف عبر الإنترنت

تواجه النساء (مقارنةً بالرجال) والأفراد المنتمون إلى مجموعات الأقليات العرقية (مقارنةً بمجموعات الأغلبية) ظروفًا معادية، تنعكس آثارها على مخرجات سوق العمل في العديد من الاقتصادات. ومع ذلك، فإن مدى تأثير صور التمييز وسبُله في هذه المخرجات ما يزال مبهمًا. وفي هذا السياق، تُعَد تجارب مراسلة مسؤولي التوظيف وسيلة آخِذة في الرواج لقياس مدى التمييز في ممارسات التوظيف. وهي تجارب يرسل الباحثون فيها سِيَرًا ذاتية وهمية متطابقة تمامًا، فيما عدا سمة عشوائية تميز الأقلية المُراد أن تتناولها التجربة (مثل استخدام أسماء يُعتقد أنها تبدو مميِّزة لأشخاص من السود، في مقابل أسماء يُعتقد أنها تبدو مميزة للأشخاص البيض)، بيد أن مثل هذه التجارب لا تتناول عادةً سوى عدد قليل من السمات التي تميز متقدمين لوظائف بعينها خلال فترة زمنية معينة. وللتغلب على أوجه القصور هذه، عمد الباحثون في هذه الدراسة إلى تطوير نهج لتقصي ممارسات التمييز في التوظيف، يمزج بين متابعة سلوك مسؤولي التوظيف عند البحث عن متقدمين للوظائف على مواقع التوظيف الإلكترونية، وتعلُّم الآلة الخاضع للإشراف، بهدف احتساب تأثير جميع السمات المهمة التي يستعرضها مسؤولو التوظيف لدى البحث عن متقدمين للوظائف. ومن ثم، طبَّق الباحثون هذا النهج على منصة توظيف عبر الإنترنت تابعة لخدمة التوظيف العام في سويسرا، وتبيَّن لهم أنَّ معدلات تواصُل مسؤولي التوظيف مع الأفراد المنتمين إلى مجموعات من الأقليات العرقية كانت أقل بنسبة تتراوح بين 4%، و19% منها مع الأفراد المنتمين إلى مجموعة الأغلبية، وهي نسبة اختلفت باختلاف بلد المتقدم إلى الوظيفة. كما بلغت نسبة التمييز ضد النساء في الوظائف التي هيمن عليها الرجال 7%، في حين ظهر النمط المعاكس لذلك في المهن التي سيطرت عليها النساء. ولم يعثر الباحثون على ما يدل على أنَّ مسؤولي التوظيف يستغرقون وقتًا أقل في تقييم ملفات التعريف الوظيفي الخاصة بالأفراد المنتمين إلى مجموعات الأقليات العرقية. وتُعَد منهجية الباحثين أداةً مجدية، وغير تطفُّلية وغير مكلفة، قابلة للاستخدام على نطاق واسع، يمكن للباحثين وصنّاع القرارات استخدامها في رصد ممارسات التمييز في التوظيف على نحو مستمر، وفي تحديد بعض دوافع هذا التمييز، وإرشاد منهجيات العمل المطلوبة للتصدي له.

Dominik Hangartner *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-03136-0

شبكة اتصالات كَمية متكاملة من الفضاء إلى الأرض

يمكن لتقنية توزيع المفاتيح الكمية (المعروفة اختصارًا بـQKD) إتاحة الاتصالات ونقل المعلومات بطريقة آمنة. وتجريبيًّا، ظهرت جدوى "توزيع المفاتيح الكمية من نقطة إلى نقطة" في تجارب إثبات المفهوم التوضيحية المبكرة التي تُجرى في المختبرات، وتغطي نطاقًا مسافته 32 سنتيمترًا. وقد زادت هذه المسافة لاحقًا، لتغطي نطاقًا يمتد إلى 100 كيلومتر مع استخدام توزيع المفاتيح الكمية القائم على حالة كمية مموَّهة، ثم زادت مؤخرًا لتغطي نطاقًا يبلغ 500 كيلومتر مع استخدام توزيع المفاتيح الكمية غير المعتمد على الثقة في أجهزة القياس. كذلك اختُبِرت عدة شبكات توزيع مفاتيح كمية صغيرة النطاق خارج المختبرات، غير أن إنشاء شبكة توزيع مفاتيح كمية عالمية يتطلب شبكة لتوزيع هذه المفاتيح تكون آمِنة وموثوق فيها عمليًّا (وليس نظريًّا فحسب)، ويستطيع استخدامها عدد كبير من المستخدمين الموزَّعين على نطاق واسع. ويمكن لمكررات الإرسال الكمية -من حيث المبدأ- أن تخدم كأداة عملية لإنشاء مثل هذه الشبكة العالمية، لكنْ لا يُمكن توظيف هذه المكررات باستخدام التكنولوجيا المتوفرة حاليًّا.

وفي هذا البحث المنشور، يعرض الباحثون شبكة اتصالات كمية متكاملة من الفضاء إلى الأرض، تضم شبكة ألياف واسعة النطاق، مكوَّنة من أكثر من 700 وصلة ليفية من وصلات توزيع المفاتيح الكمية، ووصلتين عاليتي السرعة لتوزيع المفاتيح الكمية بين قمر صناعي والأرض في الفضاء الحر. وباستخدام منظومات مرحلات موثوق فيها، تغطي شبكة الألياف الموجودة على الأرض أكثر من 2000 كيلومتر، وتقي من الناحية العملية من عيوب الأجهزة على أرض الواقع، وتحافظ على درجة الثقة في الاتصال واستقراره على المدى البعيد. ويحقق توزيع المفاتيح الكمية المُوَجَّه من قمر صناعي إلى الأرض معدل توزيع للمفاتيح السرية يبلغ في المتوسط 47.8 كيلوبِت في الثانية في الفترة القياسية التي تكون فيها المحطات الأرضية مرئية من الأقمار الصناعية، ومتاحة للاتصال بها؛ أي أعلى من المعدل الذي تحقق سابقًا بأكثر من 40 مرة. وإضافة إلى ذلك، فإن معدل فقدان الإشارات الضوئية في قنوات الاتصال بهذا التوزيع مشابه له بين قمر صناعي متزامن في دورانه مع دوران كوكب الأرض وسطح الأرض نفسه، وهو ما يتيح إنشاء وصلات كمية فائقة الطول، وذات استخدامات متعددة عبر أقمار صناعية متزامنة في دورانها مع الأرض. وأخيرًا، فمن خلال الدمج بين وصلات توزيع المفاتيح الكمية الليفية، ووصلات الفضاء الحر، يمكن تمديد نطاق شبكة توزيع المفاتيح الكمية إلى عقدة نقل بيانات أبعد بأكثر من 2600 كيلومتر، وهو ما سيُمَكِّن أي مستخدِم في الشبكة من التواصل مع أي مستخدِم آخر في نطاق مسافة إجمالية تصل إلى 4600 كيلومتر.

Yu. Chen *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-03093-8

جينوم الأسماك الرئوية يُفسر غزو الفقاريات لليابسة

تنتمي الأسماكُ الرئوية إلى شعبة الأسماك لَحْمِيّة الزعانف *Sarcopterygii*، التي "غزت"

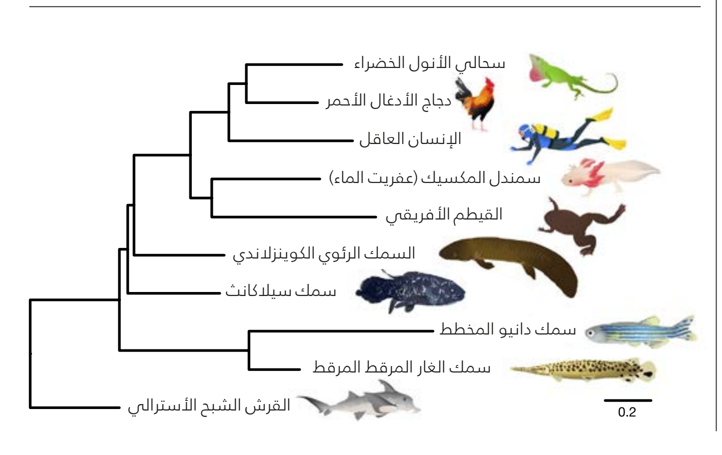
اليابسة خلال العصر الديفوني، ونشأ عنها في نهاية المطاف جميع الفقاريات التي تعيش على اليابسة، ومنها البشر.

وفي هذا البحث المنشور، يحدد الباحثون التسلسل الجينومي للأسماك الرئوية الكوينزلاندية *Neoceratodus forsteri* بدقة على المستوى الكروموسومي. وتشتهر هذه الأسماك بامتلاكها أكبر الجينومات الحيوانية على الإطلاق. وجينومها الذي يعادل حجمه حوالي 14 ضِعْف حجم الجينوم البشري، تُعزى ضخامته إلى احتوائه على إنترونات وقطاعات كبيرة بين جينية من الحمض النووي، بمحتوى عالي التكرار (يتكرر بنسبة 90% تقريبًا). ويشبه هذا المحتوى في مكوناته عناصر جينوم رباعيات الأطراف (الذي يتكون بصفة أساسية من عناصر نيوكليوتيدية طويلة متناثرة) أكثر مما يشبه عناصر جينوم الأسماك شعاعية الزعانف.

وما زال حجم جينوم الأسماك الرئوية يتزايد بصورة مستقلة (نظرًا إلى أن جيناته القافزة لا تزال نشطة)، وذلك من خلال آلياتٍ تختلف عن آليات الجينومات العملاقة لحيوانات السلمندر. ولا تزال الكروموسومات الكبيرة المُجمَّعة بالكامل للأسماك الرئوية –وعددها 17 كروموسومًا– محتفظة بتصاحُبها الجيني المشترك مع كروموسومات فقاريات أخرى (أي تشترك مع هذه الفقاريات في امتلاك بعض التسلسلات الكروموسومية). كما أن الكروموسومات الدقيقة جميعها لهذه الأسماك لا تزال تحتفظ بتناظرها الجيني القديم مع النمط النووي لخلايا أسلاف الفقاريات. وتؤكد التحليلاتُ التي أجراها الباحثون حول تاريخ التطوُّر السلالي للأسماك الرئوية إفادات سابقةً بأنَّ هذه الأسماك تحتل مكانةً بارزةً من الناحية التطوُّرية، بوصفها الكائنات الحية الأقرب لرباعيات الأطراف في شجرة تطوُّر الأنواع. وهو ما يؤكد أهمية هذه الأسماك في فهم الخصائص المستحدثة المرتبطة باستيطان اليابسة.

ومن بين أحداث التكيُّف السابقة التي طرأت على الأسماك الرئوية للعيش على اليابسة اكتسابُها تعبيرًا جينيًّا مسؤولًا عن تكوين ما يشبه الأطراف في جينات النمو لديها، مثل جينَي *hoxc13* و *sall1* في زعانفها اللحمية. وإضافةً إلى ذلك، فإن ازدياد معدلات نشوء الجينات المرتبطة بعملية التنفس الإلزامي للهواء –على غرار عوامل تنشيط السطوح الرئوية بخفض التوتر السطحي– وتنسخ هذه الجينات، فضلًا عن اتساع عائلات جينات مستقبِلات الروائح (المسؤولة عن تشفير البروتين المعني باكتشاف الروائح المنقولة عبر الهواء) يسهم في الخصائص البيولوجية الشبيهة بخصائص رباعيات الأطراف لدى الأسماك الرئوية. وتُعزِّز هذه النتائج فهمنا لهذا التحوُّل المحوري الذي طرأ على الفقاريات خلال تطوُّرها.

A. Meyer *et al*.
doi:10.1038/s41586-021-03198-8



الشكل أسفله | استدلال «بايزي» لتاريخ التطوُّر السلالي بالاستناد إلى 697 جينًا من أصل جيني مشترك في أنواع أخرى: استخدم هذا التحليل نموذج "التصنيف المعمم القابل للعكس الزمني"، الذي (يُعرف اختصارًا بـCAT-GTR) في برنامج PhyloBayes MPI لنمذجة التطوُّر السلالي للأنواع. ونمذجة جميع الفروع الحيوية كانت مدعومةً باحتمالات بَعدية تساوي 1. وقد تجدد ظهور تطابقات مع الفقاريات وعلاقات مدعومة بأدلة قوية معها على صعيد أحد البروتينات وإحدى مجموعات بيانات العناصر الجينومية غير المرمِّزة، المحفوظة على مدى التطور (انظر البيانات المُوسَّعة في الشكل a3)، و(الاحتمال البَعدي= 1.0، وقياس مدى الثقة في جميع الفروع الحيوية بطريقة إعادة المعاينة هو 100%). مقياس الرسم يعبر عن التغيرات المتوقعة في الأحماض الأمينية لكل موقع.

رصد ظهور نفثة زرقاء في طبقة الستراتوسفير

يُقصد بالنفثات الزرقاء تلك الظواهر الطبيعية الشبيهة بالبرق، التي تنطوي على تفريغ للشحنات الكهربية في الغلاف الجوي، وتدوم لعدة مئات من المِلّي ثانية، وتتسع على هيئة مروحة، متخذةً شكل أقماع، لدى انتشارها من أعلى السُّحب الرعدية إلى طبقة الستراتوسفير. ويُعتقد أنَّ هذه النفثات الزرقاء تنشأ بفعل انهيار كهربي بين الطبقة العليا من السحب (المشحونة بشحنة كهربية موجبة)، وبين طبقة سالبة الشحنة، توجد عند حدود السحابة، وفي الهواء الذي يعلوها. ويتسبب هذا الانهيار الكهربي في تكوين ما يُعرف بقائد البرق، الذي يتحول بعد ذلك إلى ألسنة من الضوء عند انتشاره إلى أعلى. غير أنه لم يسبق تحديد خصائص قائد البرق على نحوٍ دقيق، ولم يُعرف كذلك مقدار الارتفاع الذي يمتد إليه فوق السُّحب.

كان العلماء قد ربطوا في السابق بين الومضات الزرقاء التي لا يتعدَّى زمن حدوثها ملّي ثانية واحدة في الطبقة العليا من السُّحب بظواهر محدودة ثنائية القطب، هي نبضات تتراوح مدتها من 10 إلى 30 ملّي ثانية في سجلات المجال الكهربي عريض النطاق، تصحبها رشقات من الإشعاع المكثَّف بتردد يتراوح بين 3 و300 ميجاهرتز، من جرّاء ظواهر التفريغ الكهربي، استنبط العلماء أنها قصيرة القنوات (أي يقلُّ طولها عن كيلومتر واحد).

وفي البحث المنشور، أفاد العلماء بتوصُّلهم إلى قياسات طيفية، مأخوذة من محطة الفضاء الدولية، ترسم صورة واضحة للسُّحب الرعدية، بدقة زمنية تبلغ 10 ميكروثانية. ويرصد الباحثون كذلك خمس ومضات زرقاء شديدة، تبلغ مدتها 10 ميكروثانية تقريبًا، صادرة عن خلية عاصفة رعدية. تُطلِق إحدى تلك الومضات نفثة زرقاء نابضة إلى طبقة الستراتوبوز (التي تُطلَق على السطح البينيّ الفاصل بين طبقة الستراتوسفير وطبقة الأيونوسفير). وكانت الومضات التي جرى رصدها مصحوبة بحدوث ظاهرة أخرى طبقة الأيونوسفير، تُعرف بظاهرة "الأقزام" elves (وهي انبعاثات ضوء واضطرابات ذات تردد شديد الانخفاض، تنتج عن مصادر للنبضات الكهرومغناطيسية). أما الانبعاثات الصادرة عن قادة البرق في النطاق الطيفي للون الأحمر، فتتميز بأنَّها خافتة وموضعية، ما يشير إلى أنَّ الومضات والنفثات موجات مؤيَّنة للسان النور، وأنَّ مكونات قائد البرق في الأصل تتصف بكونها قصيرة وموضعية.

وبناء على ذلك، يشير العلماء إلى أنَّ الومضات التي تبلغ مدتها ميكروثانية واحدة هي المكافئ البصري للأحداث المحدودة ثنائية القطب، التي تحمل الشحنة السالبة التي رصدها العلماء في موجات الراديو. كما سجَّلوا في هذا البحث أن هذه الشحنة هي ما يُعزى إليها البرق الذي ينشأ داخل السحابة، ويتجه صوب الأرض، وكذا البرق الأزرق الذي يتجه نحو طبقة الستراتوسفير.

T. Neubert *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-03122-6

رحلة روبوت مرن ذاتي التشغيل في خندق ماريانا

لا تزال أعماق البحار أكبر الأجزاء المجهولة من سطح كوكبنا، نظرًا إلى الصعوبة الشديدة التي تعتري عملية استكشافها، فارتفاع مستويات الضغط في أعماق البحار عادةً ما يستلزم استخدام أوعية واقية على درجة عالية من الصلابة، وأنظمة موازنة لتأثير الضغط، من أجل حماية الأنظمة الميكانيكية الإلكترونية. ومع ذلك، فإن المخلوقات التي تسكن أعماق البحار، والتي لا تمتلك أي أنظمة ضخمة أو معدَّات ثقيلة تساعدها على تحمُّل الضغط، بإمكانها أن تنمو بصحة جيدة على أعماق هائلة.

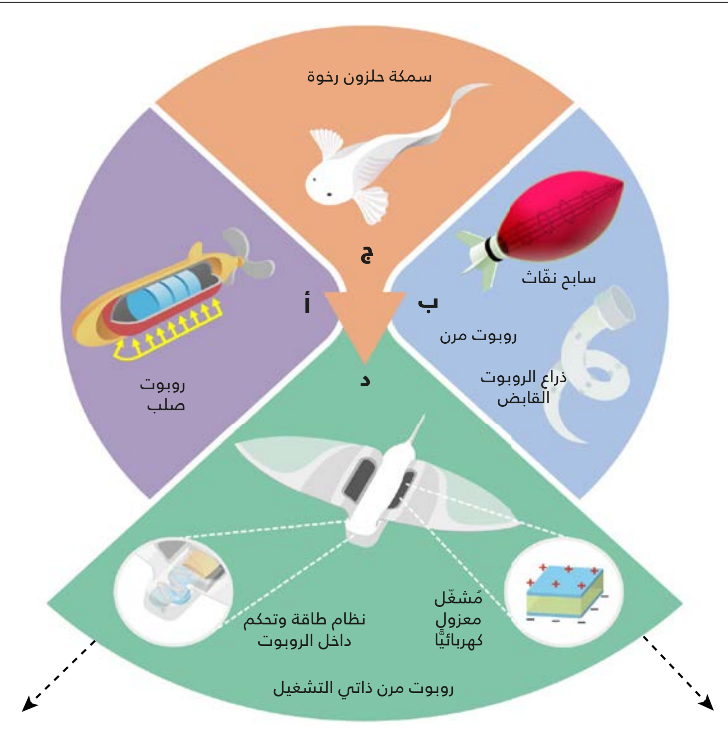
في هذا البحث المنشور، وضع الباحثون تصميمًا لروبوت مرن يتصف بحرية الحركة، مستوحًى من بِنْية إحدى أسماك الحلزون الرخوة التي تعيش في أعماق البحار، واستعانوا به في استكشاف أعماق البحار، مع تزويده بأنظمة طاقةٍ وتحكمٍ وتشغيلٍ تتوفَّر لها الحماية من الضغط، من خلال حفظ المكونات الإلكترونية داخل مصفوفة من مادة السيليكون. وهذا الروبوت ذاتي التشغيل يُغْني عن الحاجة إلى استخدام أي أوعية صلبة واقية.

ولكي يُقلِّل الباحثون إجهاد القص عند الأسطح البينية بين المكونات الإلكترونية، فقد راعَوا في التصميم أن تكون غير مركزية، عن طريق زيادة المسافة الفاصلة بين المكونات، أو فصلها عن لوحة الدوائر الإلكترونية المطبوعة. وبفضل التصميم المتقَن لمادة البوليمر المرن

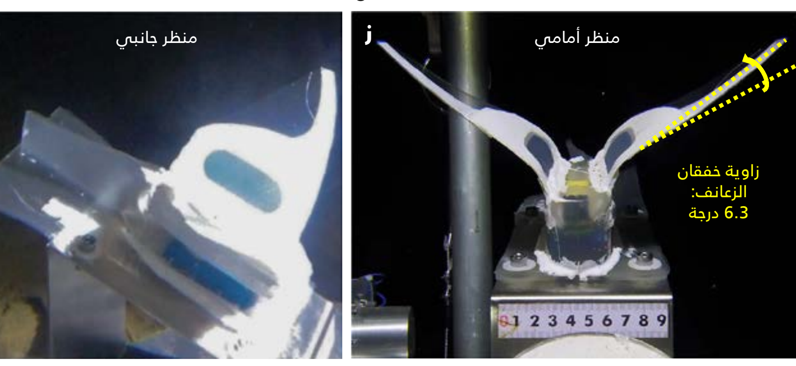
العازلة للكهرباء، المُستخدَمة في صناعة زعانف الروبوت الخافقة، أمكن تشغيل الروبوت بنجاح في اختبار ميداني، أُجريَ في خندق ماريانا، على عمق وصل إلى 10,900 متر، كما استطاع الروبوت أن يسبح بحُرِّية في بحر الصين الجنوبي على عمق 3,224 مترًا. وقد استطاع الباحثون التحقق من قدرة المكونات الإلكترونية وعناصر التشغيل المرنة على التكيُّف مع الضغط، من خلال إجراء تجارب منهجية وتحليلات نظرية.

تُبرِز هذه الدراسة إمكانية تصميم أجهزة مرنة، وخفيفة الوزن، يمكن استخدامها في ظروف متطرفة.

G. Li *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-03153-z

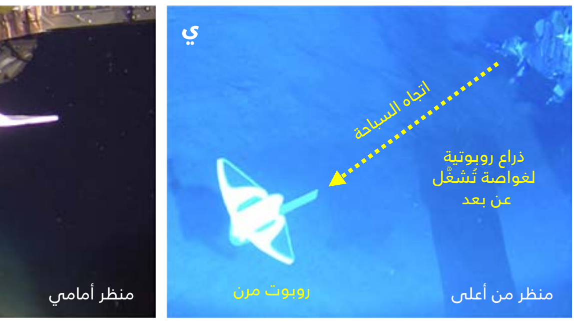












الشكل إلى اليسار | اختبار ميداني لروبوت مرن متكيِّف مع الضغط، ومزوَّد بنظام طاقة وتحكُّم. أ) تحتاج الروبوتات الصلبة إلى حفظها داخل أوعية واقية من الضغط، أو تطوير تصميمات موازِنة لتأثير الضغط، من أجل حماية النظام في أعماق البحار. ب) روبوتات مرنة، مستوحاة من كائنات حية، ومصممة للسباحة في أعماق الماء، أو التقاط الأشياء. ج) رسم توضيحي لنوع جديد من أسماك الحلزون الرخوة اكتُشِف على عمق حوالي 8 آلاف متر. د) روبوت مرن في عمق البحر، مزوَّد بمُشغِّلات من البوليمرات المرنة عازلة الكهرباء، وإلكترونيات طاقة وتحكُّم. هـ) روبوت مرن مُثبَّت على غواصة إنزال إلى عمق البحر، لإجراء اختبار ميداني في خندق ماريانا. و، ز) منظر جانبي (و) وآخر أمامي (ز) للروبوت المرن، مع تشغيل الزعنفة الخافقة على عمق 10,900 متر. ح) الروبوت المرن أثناء نقله إلى قاع بحر الصين الجنوبي، على متن مركبة تُشغَّل عن بُعد وهي تحت سطح الماء. ط، ي) منظر أمامي (ط) وآخر من أعلى (ي) للروبوت المرن أثناء سباحته على عمق 3,224 مترًا.

آخِر سلالةٍ كلبية قديمة عاشت في العالم الجديد

يعتقد العلماء أنَّ الذئاب الرهيبة كانت من ضِمن الحيوانات اللاحمة الضخمة الأكثر شيوعًا والأوسع انتشارًا في منطقة أمريكا خلال الحقبة البليستوسينية، لكنَّنا لا نعرف سوى معلوماتٍ قليلة نسبيًّا عن تطورها وانقراضها.

ومن أجل وضع نموذج للتاريخ التطوري لهذا النوع من الذئاب، عمل الباحثون في هذا البحث المنشور على تعيين تسلسل خمسة جينومات مأخوذة من عظام متحجرة جزئيًّا، يتراوح عمرها من 13 ألف سنة إلى أكثر من 50 ألف سنة.

وتشير نتائج الباحثين إلى أنَّه رغم تشابُه الذئاب الرهيبة مع الذئاب الرمادية الموجودة حاليًّا من ناحية الشكل والبِنْية، فإنَّها كانت سلالةً مختلفة إلى حد كبير، تفرَّعت من عائلة الكلبيات الموجودة حاليًّا قبل حوالي 5.7 مليون سنة. وعلى عكس أمثلة التهجين العديدة الملاحَظة بين أنواع عائلة الكلبيات، لا يوجد دليل على حدوث تدفق جيني بين الذئاب الرهيبة، وأيٍّ من نوعي الذئاب الرمادية، وذئاب البراري (حيوانات القيوط)، وهما نوعان عاشا في أمريكا الشمالية. ويشير هذا إلى أنَّ الذئاب الرهيبة تطورت بمعزلٍ عن الأسلاف البليستوسينية لهذين النوعين.

كما تؤيد النتائج التي توصَّل إليها الباحثون فكرة أنَّ نوع الذئاب الرهيبة قد نشأ مبكرًا في العالم الجديد، في حين تطوَّرت أسلاف الذئاب الرمادية، وذئاب البراري، والكلاب البرية الآسيوية (كلاب الدُّوْل) في منطقة أوراسيا، ولم تستوطن أمريكا الشمالية إلا في حقبةٍ متأخرة نسبيًّا.

A. Perri *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-03082-x

مهن علمية



ارسل قصة مسيرتك المهنية
إلى: Naturecareerseditor@
nature.com

TEL AVIV UNIV.

نيثا إيريز، اختصاصية بيولوجيا السرطان، تبحث عن أفضل أسلوب لتقديم الإرشاد الأكاديمي بما يناسب كل طالب على حدة.

كيف يمكن للقائمين بالإرشاد والتوجيه الأكاديمي كسب ثقة الباحثين؟

حاصدو جوائز في هذا المجال يشاركون استراتيجياتهم، لإلهام وتحفيز الآخرين.

حصد ثلاثة باحثين يعملون في إسرائيل جوائز مجموعة "نيتشر ريسيرش" Nature Research عن إنجازاتهم في مجال الإرشاد الأكاديمي لعام 2020. فقد تقاسمت نيثا إيريز، اختصاصية بيولوجيا السرطان من جامعة تل أبيب، وتال بوبكو، اختصاصي البيولوجيا الجزيئية من الجامعة نفسها، جائزة المجموعة التي تُمنح للباحثين في منتصف مسيرتهم المهنية عن الإرشاد والتوجيه الأكاديمي، في حين حصدت هانا مارجاليت، المتخصصة في نُظُم المعلومات الحيوية من الجامعة العبرية في القدس، الجائزة عن إنجازاتها في المجال نفسه على مدار حياتها المهنية.

وهناك قواسم مشتركة كثيرة تجمع الفائزين بجوائز هذا العام إلى جانب وطنهم المشترك؛ فكل منهم يرى أنّ النصح والإرشاد جزء أساسي من دور العالِم، كما أنهم جميعًا يحرصون على تقديم المشورة إلى غيرهم من الباحثين الرئيسين الذي يرغبون في تحسين مهاراتهم التوجيهية.

ولا شك أن جهود الفائزين في إلهام فِرَقهم البحثية وتحفيزها قد آتت ثمارها، فالمواد التي قُدِّمت دعمًا لترشيحهم لنيل الجائزتين من زملائهم وطلابهم السابقين والحاليين تفيض بمشاعر العرفان بالجميل، والإعجاب والتقدير.

وقد استحق بوبكو الثناء، لحرصه الدائم على جعل طلابه "على رأس أولوياته"، دون أن يخلّ بتميُّزه العلمي، في حين كَتَب أحد طلاب إيريز السابقين عنها أنها تجمع بين "الاحترافية، والحماس الذي لا يفتر"، والصبر وطول الأناة، ورحابة الصدر، والاستعداد للإصغاء للآخرين.

وذكرت طالبة سابقة أخرى أن مارجاليت، إحدى روّاد علم نُظُم المعلومات الحيوية في إسرائيل، قد "تركت بصمة على حيوات العديد من أعضاء هيئة التدريس الحاليين –من الجدد والمخضرمين– وعلى مسيرتهم المهنية، بما تتمتع به من حماس متقد، وحس بالآخَر، وتفكير ناقد".

أُعلِنت أسماء الفائزين الثلاثة في الواحد والعشرين من ديسمبر من عام 2020، إذ حصلت مارجاليت على جائزة نقدية قدرها 10 آلاف دولار أمريكي، وتقاسَم إيريز وبوبكو جائزة نقدية أخرى قدرها 10 آلاف دولار أمريكي. وقد أُجْرَت دورية *Nature* مقابلات معهم، لمعرفة المزيد عن أساليبهم في التوجيه والإرشاد، وأبرز نصائحهم من أجل قيادة المختبرات.



تال بوبكو، اختصاصي البيولوجيا الجزيئية

DOROTHEE HUCHON-PUPKO

نيڤا إيريز

جائزة الإنجازات في مجال الإرشاد الأكاديمي في منتصف الحياة المهنية

عزِّزْ المهارات الشخصية. في مجتمعنا العلمي، نادرًا ما يتلقى العلماء تعليمًا رسميًّا يُكْسِبهم كثيرًا من المهارات التي يحتاجون إليها، مثل الكتابة الأكاديمية، وكيفية عرْض أعمالهم، وكيفية تقديم النصح والتوجيه والإرشاد للآخرين. لذا، أخبر طلاب درجة الدكتوراة بأن عليهم ألا يكتفوا بتعلُّم إجراء التجارب المختبرية. وهذه الجوانب لم تكن جزءًا من منهج دراسي في العلوم. ومن هنا، ساعدت في إنشاء ورشة لتعلُّم "المهارات الشخصية" في الجامعة. وندرِّس في هذه الورشة كيف يمكن إبداء الملاحظات والتعقيبات، وتَلَقِّي الإفادة بالرأي، فهذه مهارة حياتية، وليست مقصورة على العلوم وحدها. كما يتعلم الطلاب كيف يكتبون سيرهم الذاتية، وكيف يراجعون الأوراق البحثية. وتستوعب الورشة 15 طالبًا فقط كل عام، ويتنافس الطلاب دائمًا على الفوز بمقعد فيها.

احرص على اختيار أفراد فريقك بعناية. للنجاح في تقديم التوجيه والإرشاد الأكاديمي، من الأهمية بمكان أن تحيط نفسك بأشخاص على استعداد لأنْ يجدوا الحافز والإلهام فيما يقومون به. لذا، أُجرِي مقابلات شخصية مطوّلة مع الطلاب الواعدين، قبل أن أعرض عليهم منصبًا في مختبري. وأطرح عليهم أسئلة مفتوحة عن شخصياتهم، وأهدافهم، وأترك لهم دفة الحوار. وإذا أصغيتَ بإنصات، فستعرف الكثير عن الشخص الذي تتحدث معه. ولذلك، فإنني أصغي إليهم؛ بحثًا عن حماس متقد، إذ يمكنني أن أُعَلِّم الباحثين كيفية صوغ الفرضيات، لكنني لا أستطيع أن أغرس فيهم الشغف. ويجب أن يكون هذا نابعًا من داخلهم. وإذا لم أشعر بارتياح وأنا أتحدث إلى الشخص المعنيّ، فهو بذلك ليس مناسبًا للانضمام إلى مختبري، حتى إذا كانت سيرته الذاتية مثالية.

تقبَّل الاختلافات الفردية. كل طالب من طلاب درجة الدكتوراة الذين هم تحت إشرافي جعلني أسلك مسارًا مختلفًا في رحلة الإرشاد والتوجيه الأكاديمي، إذ أحاول ألا أقولبهم على صورتي، بل أهدف إلى اكتشاف المناسب لهم. ولا أملي عليهم من البداية أن يسلكوا نهجًا محددًا واحدًا في البحث العلمي، إذ يجب أن تكون أطروحاتهم لنيل درجة الدكتوراة من صنيعهم هم أنفسهم.

وبعض الطلاب يتمتعون بموهبة كبيرة، لكنهم يواجهون مشكلات في التركيز على أمر بعينه. وربما يحتاج بعضهم إلى أن ينظر بعين النقد أكثر لما يفعله، في حين يحتاج البعض الآخر إلى أن يكف عن المبالغة في انتقاد ذاته. وثمة حدود واضحة للاختلافات الفردية. وفي الواقع، توجد طريقة صحيحة وحيدة لإجراء الإحصاءات، لكنني أَدَع طلابي يُضْفُون قدرًا من لمساتهم الخاصة على أعمالهم البحثية، فالطلاب لديهم أساليبهم المختلفة لإعداد التجارب. والأمر يشبه الطهو، حيث لكل منا ذوقه الخاص به.

تال بوبكو

جائزة الإنجازات في مجال الإرشاد الأكاديمي في منتصف الحياة المهنية

دع الطلاب يضطلعون بالكتابة الأكاديمية. عندما يكون المرء باحثًا رئيسًا، عليه أن يبدي استعدادًا للتضحية ببعض المكاسب الفورية في مقابل أخرى بعيدة الأجل، تتمثل في تهيئة الطلاب ليكونوا علماء. وكتابة الأوراق البحثية خير مثال على ذلك؛ فطلاب درجة الدكتوراة الجدد لا يتمتعون بخبرة كبيرة في كتابة مسودات الأوراق البحثية. ولا شك أنه من الأسهل والأسرع لي أن أتولى كتابة هذه المسودات، لكنني أصرّ على أن يضطلع طلابي بهذه المهمة، ثم نستعرض كل جملة وكل فقرة مكتوبة. وتكون المسوّدة الأولى في أغلب الأحيان مليئة بالأخطاء، ويمكن أن تتكرر إعادة كتابة الأوراق البحثية عدّة مرات قبل أن تكون مهيأة لطرحها. ويمكن أن يستغرق الطالب دهرًا في كتابة مسودته البحثية الأولى، لكن بحلول الوقت الذي يصل فيه إلى نهاية دراسته لنيل درجة الدكتوراة، سيكون قد أصبح قادرًا على كتابة مسوّدات أولى تكاد تخلو من الأخطاء.

شَجِّعْ على تحقيق توازن معقول بين الحياة العملية والشخصية. لديَّ أربعة أطفال. ولذا، أتفهم الضغط الواقع على شباب الآباء الممزقين بين الحاجة إلى رعاية أطفالهم وإيداعهم الفراش ليلًا، والرغبة في مواصلة العمل على أطروحتهم لنيل درجة الدكتوراة. وأشجِّع العمل في إطار ساعات تراعي الاحتياجات الإنسانية. وأحرص على أن يحصل طلابي على إجازات الأمومة أو الأبوة التي يحتاجون إليها، حتى وإنْ أدى ذلك إلى تراجع طفيف في الإنتاجية العلمية.

إنه توازن يتطلب تحقيقه عناية بالغة، فعندما يطلب أحد طلابي إجازة، أحاول التوصل معه إلى وسيلة للبقاء على اتصال معًا. ويمكنه بعد ذلك أن يعاود مواصلة مساره المهني تدريجيًّا.

ساعِد الطلاب على رؤية الصورة الكليّة. عندما تبدأ مشروعًا بحثيًّا، فأنت حينها لا ترى سوى جزء يسير من الصورة الكلية. ويمكن أن يجد الطلاب صعوبة في رؤية الأسباب التي قد تجعل شخصًا ما يهتم منذ البداية بموضوع البحث العلمي الدقيق الذي يعكفون على دراسته. وقبل أن تفرض الجائحة قيودها على الانتقال،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

اكتشـفتُ أنـه مـن المُجْدي ماليًّا إنفاق ألفي دولار، بهدف إرسـال أحد الطلاب لحضور مؤتمـر في أوروبا، أو الولايات المتحـدة. وعندما يحضر مؤتمره الأول، أرافقه في السـفر، وأجلـس معـه في المحاضـرات، وأصطحبه إلـى الفعاليات الاجتماعيـة اللاحقـة. وعندمـا يعود إلى المختبـر، تكون قد أصبحَـتْ لديـه رؤيـة أفضل لأسـباب أهمية عملـه البحثي.

وحضـور المؤتمـرات العلميـة، أينمـا عُقـدت، مهـم للطـلاب، كمـا أنـه فـي الواقـع يحقـق منفعـة متبادلـة، فالطـلاب ينتفعون مـن الانخراط في المجتمع العلمي، وأنا أنتفـع مـن اكتسـابهم الحافز وراء المزيد من السـعي. وقد تدبرنـا أمورنا جميعًا في الأشـهر القليلـة الماضية من خلال المؤتمـرات الافتراضيـة، لكننـي أتطلـع إلـى وقت نسـتطيع فيـه جميعنـا التواصـل شـخصيًّا مـرة أخرى.

هانا مارجاليت

جائزة الإنجازات في مجال الإرشاد الأكاديمي على مدار الحياة المهنية

لا يتوقـف الإرشـاد الأكاديمـي عنـد بـاب المختبـر. فعلى مـدار السـنين، ظـل الباحثـون الرئيسـون مـن الشـباب، ومنهـم مَـن لم يكونوا قط أعضاءً في مختبري، يقصدونني التماسًـا للتوجيه والمشـورة؛ فنجلس ونتحدث عن التقدّم الـذي أحـرزوه، بل وأراجع أوراقهم البحثيـة إذا طلبوا مني ذلـك. وأقـدم حاليًّـا خدماتي الاستشـارية إلـى العديد من الباحثين الرئيسين الذين يلتمسون المساعدة بشأن طلبات التقـدم للحصول على المنح. وأتسـاءل أحيانًـا: "لِمَ أقوم بذلـك؟"، لكننـي فـي الواقـع لا أسـتطيع حتـى التفكير في رفـض طلـب شـخص يحتـاج إلـى مسـاعدتي، لأن نجـاح الطـلاب يهمني.

تعاوَنْ مع الطلاب وأنصِتْ إليهم. أقضي وقتًا طويلًا مع طلابي، أناقش فيه معهم عملهم البحثي، ونستكشف المقاربات المحتملة له، ونتجاذب أطراف الحديث وكأننا في مباراة لتنس الطاولة. وفي النهاية، ربما نكتشف أن فكرة البحث واعدة جدًّا، لكننا لا نستطيع حينها أن نقطع بهوية مَن أتى بالفكرة، لأننا ابتكرناها معًا. وهذا يمنح الطلاب شعورًا بالثقة.

وإذا كان أحد الطلاب سيلقي كلمة أمام مؤتمر، فعندئذ أطلب منه إلقاءها أولًا أمام اجتماع للمجموعة البحثية. وأصغي بإنصات إلى هذه الكلمة مرارًا وتكرارًا، وأقدم إلى الطالب نصيحتي ومشورتي بشأنها. وأتبع النهج نفسه مع المسودات البحثية؛ فقد يتكرر العمل على الورقة البحثية 67 مرّة، قبل أن نصوغها كما يجب، لكننا نقوم بذلك معًا.

حافِظْ على تفاؤلك. أتمتع بدرجة كبيرة من الإيجابية والتفاؤل، وأعتقد أن طلابي يتشربون مِنِّي هاتين الخصلتين. فلا شك أن المشروعات البحثية العلمية يصاحبها قدر كبير من الإحباطات، التي أتغلب عليها بالاستعانة بأربع كلمات تشكّل الشعار الذي أسترشد به في حياتي كعالِمة (وفي حياتي بوجه عام): التفاؤل، والإيمان، والشجاعة، والكد. فعلى العالِم أن يتمتع بهذه الخصال الأربع؛ كي يحرز النجاح. وفي اللغة العبرية، تبدأ كل خِصلة منها بأول حرف من أحرف الهجاء العبرية؛ وهو حرف الـ"ألف". ولذلك، فشعارنا داخل المختبر هو: "ألف، ألف، ألف، ألف!"، وهو شعار نأخذه على محمل الجد.

أجرى المقابلات الشخصية كريس وولستون.
تم تحرير نصوص المقابلات مراعاة للطول والوضوح.



YORAY LIBERMAN/YAD HANADIV

هانا مارجاليت، اختصاصية نُظُم المعلومات الحيوية



CARL COURT/GETTY

مجموعة من الأشخاص يرتدون الكمامات في طوكيو، ويحافظون على التباعد الجسدي أثناء الانتظار عند معبر للمشاة.

تطبيقات تساعد على معرفة احتمالات الإصابة بمرض «كوفيد-19»

مجموعة من الأدوات المتاحة على شبكة الإنترنت تتنبأ بعوامل خطر التعرض للمرض والإصابة به، اعتمادًا على مكانك، وطبيعة النشاط الذي تؤديه. **مايكل آيزنشتاين**

اعتادت ميجان راني، بحكم عملها طبيبة للطوارئ، على التعامل مع الأسئلة الصعبة التي توجَّه إليها بشأن الإصابات والأمراض. أما في أثناء جائحة "كوفيد-19"، فقد وجدت راني نفسها تجاهد للحصول على إجابات، وتوضح قائلة: "يسألني الناس باستمرار عما إذا كان من الآمِن تأدية أنشطة معينة، ومنها على سبيل المثال: هل من الآمِن الذهاب إلى الشاطئ، أو حضور حفل في الهواء الطلق، أو ارتياد أحد المطاعم؟".

أرّقت هذه الأسئلة ملايين البشر على مدار عام 2020. ولا يزال العلماء والأطباء الإكلينيكيون في مرحلة الإلمام بالجوانب الوبائية والباثولوجية المرتبطة بفيروس كورونا "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2. أما عامة الناس، فربما يجدون صعوبة في إدراك كيفية الحفاظ على ما يشبه الحياة الطبيعية، مع تقليل مخاطر الإصابة بعدوى المرض في الوقت نفسه.

وقد وجدت راني، التي تشغل منصب المديرة المشاركة لمركز "براون لايفسبان" Brown-Lifespan للصحة الرقمية في مدينة بروفيدنس بولاية رود آيلاند الأمريكية، الفرصة سانحة للاستفادة من خبراتها في تصميم أدوات للصحة العامة عبر شبكة الإنترنت. تعاونت مع زميلتها في المركز، إليزابيث جولدبرج، في تصميم أداة تُدعى "ماي كوفيد ريسك" MyCOVIDRisk، وهي تطبيق بسيط قائم على الاستبيانات التي تُجرى عبر شبكة الإنترنت، يمنح المستخدمين القدرة على استشعار مخاطر إصابتهم بالعدوى، على أساس خططهم لممارسة أنشطة معينة في مكانٍ معين، أو في موقف محدَّد.

سد الثغرات

أُطلِقت أداة "ماي كوفيد ريسك" في شهر أكتوبر الماضي، ضمن تطبيقات عدة صُمِّمت خصِّيصًا للتوعية بمخاطر مرض "كوفيد-19". تسهم مثل هذه الأدوات في سد ثغرات بالغة الأهمية في مجال الرسائل المرتبطة بالصحة العامة، خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث أدت الاستجابات غير المتكافئة للجائحة إلى تفاقم حدّتها. وفي تعليقها على هذا الشأن، قالت راني: "كان من الممكن تصميم هذا النوع من التطبيقات في مرحلة مبكرة للغاية من ظهور الجائحة، سواء أكان ذلك بواسطة المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها، أم أي هيئة وطنية أخرى، لكن ذلك لم يحدث، مع الأسف".

كان لكل فريق من فرق البحث المختلفة زاويته الخاصة في عملية تقييم المخاطر. ولعل النهج الأكثر وضوحًا يتمثل في "أداة تقدير مخاطر الإصابة بمرض كوفيد-19 في الفعاليات" COVID-19 Event Risk Assessment Planning Tool المتاحة على شبكة الإنترنت، وهي أداة طوَّرها العلماء في معهد جورجيا للتكنولوجيا في أتلانتا. ويُقدِّر الموقع (في شكل نسبة مئوية) احتمالية أن يلتقي المرء بشخص مصاب بمرض "كوفيد-19" في إحدى الفعاليات، وذلك على أساس حجم الفعالية، ومكان انعقادها، فعلى سبيل المثال، توقعت الأداة أنه اعتبارًا من الرابع عشر من ديسمبر، فإن أي تجمُّع لعشرة أشخاص في مدينة بوسطن بولاية ماساتشوستس سيضم بين أفراده شخصًا واحدًا على الأقل من المصابين بفيروس كورونا، بنسبة 30%.

أما الآلة الحاسبة التي أُطلق عليها اسم "19 آند مي" 19 and Me، والتي طورتها شركة "ماثيماتيكا" Mathematica، وهي شركة متخصصة في بحوث السياسات في مدينة برينستون بولاية نيو جيرسي، فتعتمد على المعلومات السكانية والصحية، إلى جانب سلوكيات المستخدمين (مثل غسل اليدين، وارتداء الكمامات)، لتحديد المخاطر النسبية للتعرض للعدوى، والإصابة بها، ومدى شدة الإصابة حال حدوثها. وفي ديسمبر الماضي، أطلق فريق يقوده نيلانجان تشاترجي -اختصاصي الإحصاء الحيوي بجامعة جونز هوبكنز في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند الأمريكية- تطبيقًا هو "حاسبة مخاطر الوفاة بمرض كوفيد-19" COVID-19 Mortality Risk Calculator، الذي يقدِّر المخاطر النسبية لوفاة أحد الأفراد من جرّاء الإصابة بمرض "كوفيد-19" على أساس مكان وجوده، والأمراض السابقة على الإصابة بالفيروس، وحالته الصحية العامة.

أما أداة تقدير مخاطر الإصابة بمرض "كوفيد"، المسمَّاة "ماي كوفيد ريسك"، فتعتمد نهجًا أكثر ارتباطًا بالأوضاع المختلفة، إذ إنها تعمل على تقدير عوامل الخطر المرتبطة بفعاليات أو أنشطة ترفيهية معينة. وتعتمد عملية التقدير على مكان الفاعلية، ومدتها، وعدد الحاضرين الذين يرتدون الكمامات، أو لا يرتدونها. وهكذا، يمكن لهذه الأداة أن تساعد المستخدمين على تجنب الأنشطة التي يُحتمل أن تحمل خطورة عالية في إحدى بؤر الجائحة، مثل قضاء ساعة من الوقت في صالة ألعاب رياضية مغلقة، وأن يتجهوا إلى بدائل أكثر أمانًا، مثل اللقاء في أحد المتنزهات المفتوحة، مع الحرص على ارتداء الكمامات، على سبيل المثال.

ولكي تتمكن الأدوات المذكورة من إجراء هذه التقديرات، تتطلب الحصول على أحدث البيانات والنماذج التي ترصد بدقة المستوياتِ الحالية لانتشار العدوى، واحتمالية انتقالها في سيناريوهات مختلفة. وتدير صحيفة "ذا نيويورك تايمز" *The New York Times* قاعدة بيانات لفيروس كورونا، أصبحت مرجعًا موثوقًا، إذ تعتمد عليها أداة "ماي كوفيد ريسك"، وكذلك أداة معهد جورجيا

للتكنولوجيا، بغرض وضع تقييم عن نشاط المرض على المستوى المحلي. وتُركِّز هذه الأدوات الحاسبة، في الوقت الحالي، على الولايات المتحدة، إلا أن فريق معهد جورجيا قد وسَّع نطاق الأداة الخاصة به لتشمل أيضًا عشر دول أوروبية.

ولا يزال الباحثون عاكفين على محاولة استنباط العوامل التي تجعل بعض الأفراد أكثر عُرضة للإصابة بالعدوى من الأصل، أو أنْ تكون إصابتهم بالمرض حادة. كما يواصلون دراسة كيف أن استراتيجيات التباعد، والتهوية الجيدة، وارتداء الكمامات من شأنها الحد من انتشار القطيرات المحمّلة بالفيروسات. وفي هذا الإطار، تولَّت شيندي هو، وهي اختصاصية علوم البيانات في شركة "ماثيماتيكا"، زمام القيادة في تصميم أداة "19 آند مي". وبالتعاون مع زملائها، تنظر شيندي بعناية في أحدث الأدبيات الخاضعة لمراجعة الأقران، بغرض تحسين نماذج العدوى الخاصة بهم، معتمدين بشكل كبير على التقارير الواردة من المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها. أما بالنسبة إلى أداة "ماي كوفيد ريسك"، فقد استعان الفريق بنموذج تقديري لانتقال الفيروسات عبر الهباء الجوي، طوّره اختصاصي كيمياء الغلاف الجوي خوسيه لويس خيمينيز وزملاؤه في جامعة كولورادو بولدر، وهو نموذج يحاكي المدى المرجح لانتقال الجسيمات الفيروسية في سيناريوهات داخلية وخارجية مختلفة.

يتعين على الباحثين بعد ذلك التوصل إلى طرق لتهيئة المعلومات، وتحويلها إلى صيغة يسهُل على غير الخبراء فهمها، دون أن تكون تلك الصيغة تطفلية أو مثيرة للإحباط عند استخدامها. ومن أجل تصميم تطبيق بسيط وجذاب يوازن بين التعمق وسهولة الاستخدام، اعتمد فريق مركز "براون لايفسبان" على اختبار المستخدمين وتوجيههم، اعتمادًا على علماء السلوك. وتقول راني: "في التصوُّر المثالي، يمكن للمرء أن يستفسر عن مساحة الغرفة التي يقف فيها، وعن معدلات التهوية بداخلها، ولكن إذا سألتني، فأنا أيضًا لا أعرف الإجابة".

والملاحَظ أنَّ هذه الحاجة إلى البساطة كانت من بين المعايير التي سعى فريق معهد جورجيا للتكنولوجيا إلى تلبيتها أيضًا، حيث لا تتطلب الأداة الخاصة بالفريق سوى معلومتين اثنتين: مكان المستخدم، وحجم التجمُّع المتوقع. في البداية، تَراوح ذلك العدد بين 10 أشخاص، و10 آلاف شخص. ويقول أندريس: "تلك الحدود العليا كانت مفيدة عند التعامل مع المسيرات السياسية التي وقعت على مدار شهور الصيف الماضي"، ولكن مع اقتراب موسم العطلات، خفَّض الفريق الحد الأعلى إلى 5 آلاف شخص، وزاد من مستوى التفصيل عند الأداة في الطرف الأدنى من المقياس، لتقديم تقديرات لتجمعات محدودة الحجم نسبيًّا، يبلغ قوامها 10 أشخاص، أو 15 شخصًا، أو 20 شخصًا.

وللتعبير عن عوامل الخطر، تختار أداة "ماي كوفيد ريسك" مقياسًا متصلًا بسيطًا، يتضمن خمسة مستويات، تبدأ باللون الأخضر، وتنتهي بالأحمر، في حين ابتكر فريق أداة "19 آند مي" قراءات رقمية مجردة، تتراوح بين الصفر والمئة، تُشبِّهها شيندي هو بنقاط الائتمان، مضيفة: "هذا حل وسط، تَوصّلنا إليه للحفاظ على دقة الحساب، مع تحويله ليصير رقمًا يسهُل استيعابه على عامة الناس. وبعد ذلك، نقرن ذلك الرقم بشرح نصي ومؤشر تفاعلي لعوامل الخطر". يلخص هذا الشرح فرصة التعرض للعدوى والإصابة بها، إلى جانب احتمالية حدوث مضاعفات صحية خطيرة، والحاجة إلى تلقِّي رعاية صحية في المستشفى، لدى الإصابة بالعدوى.

حاسبات خطورة الإصابة بمرض "كوفيد"

اسم الأداة	المُدخَلات	المُخرَجات
"19 آند مي" 19 and Me	مكان وجود الفرد، وحالته الصحية، واحتياطات السلامة المُتَّخذة في الوقت الراهن، ومدى مخالطة أفراد من خارج الأسرة.	نتيجة رقمية تعكس حجم التعرض لخطر الإصابة بمرض "كوفيد-19"، أو تطوّر المرض إلى حالة حادة.
"ماي كوفيد ريسك" MyCOVIDRisk	مكان انعقاد الفعالية، وطبيعة النشاط، وعدد الحضور، ومدى الالتزام بارتداء الكمامات.	الاحتمالية النسبية للتعرض للمرض والإصابة به، على مقياس متدرج من منخفض جدًّا إلى مرتفع جدًّا.
"أداة تقدير مخاطر الإصابة بمرض كوفيد-19 في الفعاليات" COVID-19 Event Risk Assessment Planning Tool	مكان وجود التجمع، وحجمه.	مخاطر مخالطة شخص مصاب بمرض "كوفيد-19".
"حاسبة مخاطر الوفاة بمرض كوفيد-19" COVID-19 Mortality Risk Calculator	معلومات عن النواحي الديموجرافية، والأمراض السابقة على الإصابة بالفيروس، وأسلوب الحياة.	احتمالية الوفاة من جرَّاء الإصابة بمرض "كوفيد-19"، بالمقارنة بعامة السكان.

ومع ذلك، ينبِّه المُطوِّرون إلى أن هذه التطبيقات تقدم للمستخدِم تقديرات تهدف إلى مساعدته في عملية اتخاذ القرار، إلا أنها ليست مؤشرات قاطعة لاحتمالية الإصابة بالمرض.

توسيع نطاق البحث

منذ البداية، كان تقدير حجم التعرض لخطر الإصابة بمرض "كوفيد-19"، وتحديد تلك المخاطر، أمرًا بالغ الصعوبة؛ فقد وجد العلماء والأطباء صعوبة كبيرة في فهم مجموعة الأعراض المعقدة المرتبطة بالمرض. ومما زاد الأمر سوءًا، تلك السياسات الوطنية والإقليمية التي اشترطت حدوث أعراض بعينها، لكي يكون الشخص مؤهلًا للخضوع للفحوص التشخيصية، رغم أن تلك الأعراض قد لا تعكس انتشار العدوى بشكل كامل. وفي الوقت الحالي، تساعد استطلاعات الرأي عبر الإنترنت الباحثين على التعامل بشكل أفضل مع العلامات الإكلينيكية للمرض.

وفي سياق أعمال ائتلاف وبائيات جائحة كورونا (COPE)، أطلق أندرو تشان، اختصاصي الوبائيات بمستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن، وزملاؤه في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة تطبيقًا للتعرُّف على أعراض المرض، يُسمَّى تطبيق "كوفيد سيمبتوم ستادي" COVID Symptom Study. اعتمدت هذه المحاولة في البداية على تجنيد مئات الآلاف من المتطوعين في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة ممن كانوا يشاركون بالفعل في الدراسات الإكلينيكية، ثم صار متاحًا في وقت لاحق لمشاركة عامة الناس في هذين البلدين. وبالتوازي مع ذلك، نشر فريق بحثي، يقوده إيران سيجال، عالِم البيولوجيا الحاسوبية بمعهد وايزمان للعلوم في رحوفوت بإسرائيل، استبيانه الخاص بالأعراض عبر شبكة الإنترنت في ذلك البلد. ويقول سيجال: "لقد أنشأنا خوارزمية تسمح بالاختبار المعتمِد على التقييم الذاتي، الذي يدمج جميع الأعراض التي يذكرها المرء، ويخبره باحتمالية أن يكون اختبار «كوفيد» الخاص به إيجابيًّا".

ما يُقيِّد هذه الدراسات الاستقصائية اعتمادها على مدى رغبة المستخدمين في المشاركة، ومدى إتاحة الوصول إلى شبكة الإنترنت. ولتعزيز المشاركة، استخدم فريق سيجال استبيانًا يُجرى عبر الهاتف في المدن الإسرائيلية الأكثر تضررًا من "كوفيد-19". وكشفت البيانات عن معلومات عميقة وقيِّمة يمكن من خلالها تمييز هذا المرض عن نزلات البرد وغيرها من الأمراض الشائعة الأخرى. ويقول سيجال: "كان لهذه الاستبيانات دور كبير في تحديد فقدان حاسّتَي التذوق والشم، بوصفه أحد الأعراض المميِّزة للإصابة بمرض كوفيد-19"، مشيرًا إلى أن إسرائيل قد عمدَتْ إلى تعديل الممارسات المتبعة في إجراء الفحوص التشخيصية، اعترافًا بأهمية هذا العَرَض.

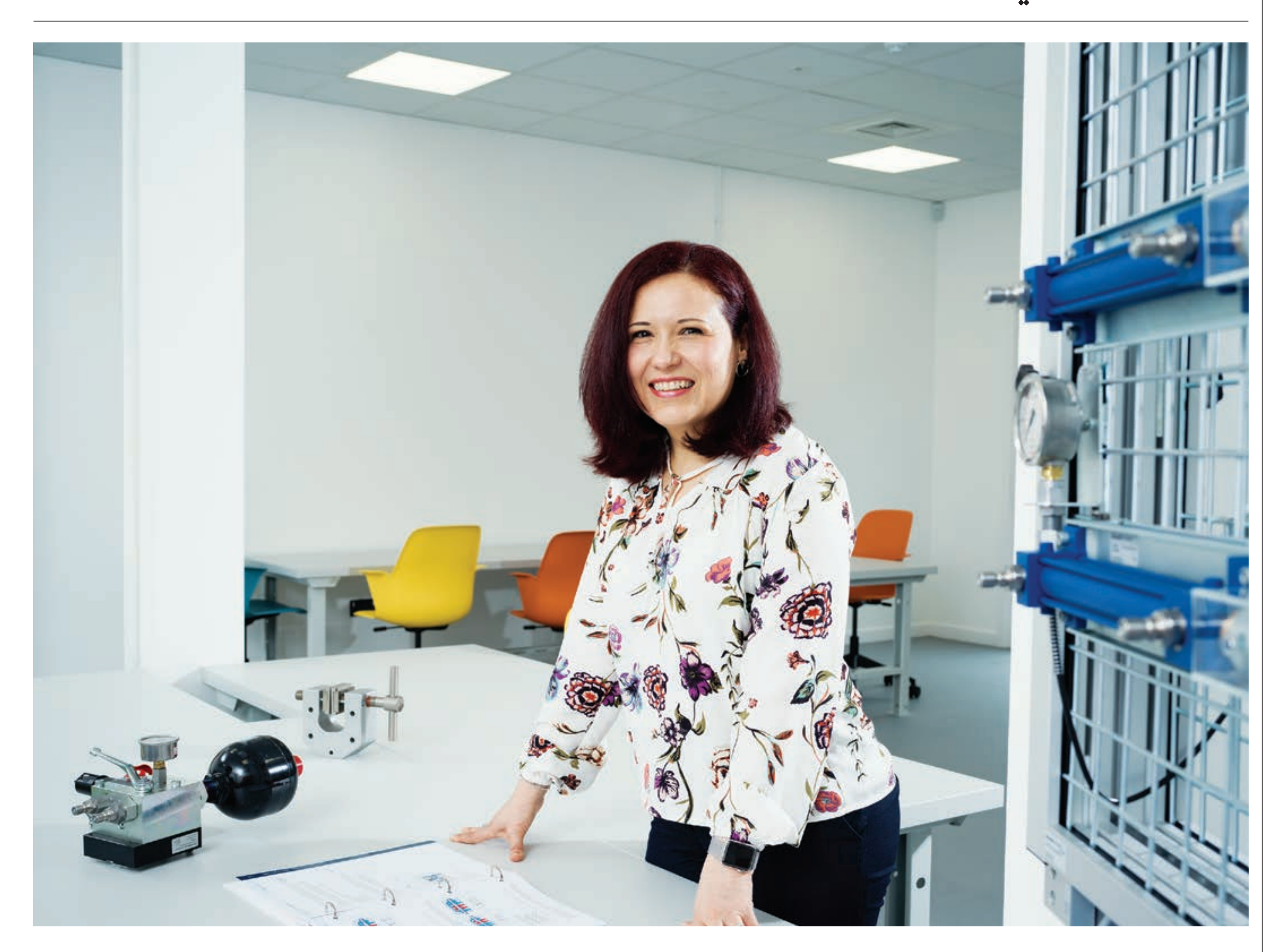
وتُشكّل المسوح الاستقصائية للأعراض أساسًا لوضع خرائط انتشار الجائحة. ويذكُر سيجال في هذا الصدد أن البيانات الأولية التي حصل عليها من الاستبيان الذي أجراه تشير إلى أن عدد حالات "كوفيد-19" النشطة في إسرائيل تزيد بمعدل ضعفين إلى ثلاثة أضعاف على الأعداد المُدرَجة في التقارير الإكلينيكية الرسمية عن الفترة نفسها. ومن ثمَّ، يمكن للمؤشرات الناتجة عن هذه الاستبيانات أن ترسِل إنذارات آنيَّة لدى ظهور بؤر لتفشِّي المرض، يَلزم فيها توفير الفحوص التشخيصية، ووسائل الحماية الشخصية، وهو الأمر الذي يمنح السلطات المسؤولة عن الصحة العامة أسبقية ذات قيمة بالغة في عملية التصدي للمرض.

أما في المملكة المتحدة، فإن هيئة الخدمات الصحية الوطنية (NHS) تدعم إدخال مزيد من التطوير على تطبيق "كوفيد سيمتوم ستادي"، الذي يُستخدم حاليًّا في السويد أيضًا. كما يُبدِي تشان حماسًا إزاء تلك البيانات الإضافية في الولايات المتحدة، ويقول: "إننا حريصون على المطابقة بين ما اكتشفناه من خلال التطبيق، والمعلومات المتاحة بشأن نتائج الفحوص أو معدلات دخول المستشفيات".

وعامة الناس يُبدُون القدر نفسه من الحماس، إنْ لم يكن أكثر، إذ تقول راني إن أداة "ماي كوفيد ريسك" قد استُخدمت أكثر من مليون مرة منذ إطلاقها. ويقول فريق معهد جورجيا للتكنولوجيا إن أداته قد قدمت أكثر من 40 مليون تقدير لخطر الإصابة بالمرض، اعتبارًا من أواخر شهر نوفمبر الماضي، مع زيادة ملحوظة بالتحديد أثناء عطلة عيد الشكر في الولايات المتحدة. وعلى الرغم من أن لقاحات عديدة قد وجدت سبيلها إلى العيادات، إلا أنه من المرجح أن يظل الجمهور متعطشًا لهذه البيانات لمدة غير قصيرة خلال عام 2021. تقول راني: "ستظل هناك أنشطة شديدة الخطورة على مدى شهور، بل وربما على مدار عامٍ قادم. لذلك، أعتقد أن هذا النوع من برامج التوعية والتوجيه السلوكية المحفزة للتغيير سيظل -مع الأسف- محتفظًا بأهميته".

مايكل آيزنشتاين

كاتب حُرّ، يقيم في مدينة فيلادلفيا بولاية بنسلفانيا الأمريكية.



مكان عملي
إلينا رودريجيز فالكون

صورة لدورية Nature بكاميرا ليونورا ساندرز.

كانت مشاركتي في تأسيس جامعة من الصفر من أصعب ما قمت به في حياتي، إلا أن هذه الجهود آتت ثمارها في نهاية المطاف. أقف هنا في أحد الأماكن المخصصة للتعلُّم في المعهد النموذجي الجديد للتكنولوجيا والهندسة (NMITE) في مدينة هيرفورد بالمملكة المتحدة، حيث كنا نعتزم في الأصل أن ندشن التدريس في المعهد في شهر مارس من العام الماضي، لكنَّ الجائحة أخَّرت إطلاق المشروع إلى شهر سبتمبر من عامنا الحالي.

وعندما يُفتتح المعهد بالفعل، يُرتقب أن يكون مختلفًا عن غيره من معاهد الهندسة، فلن يتقيد الطلاب فيه بتلقّي المحاضرات الدراسية، والمكوث فيها حتى انتهائها، أو يعكفون على استذكار مقررات دراسية بعينها. وبدلاً من ذلك، يُزمع أن يقضوا الوقت في العمل على مشروعات فعلية، إذ إنك لا تدرب عازف الكمان بجعله يقرأ عن هذه الآلة الموسيقية، بل تضعها بين يديه، وتمنحه الفرصة للعزف عليها.

نملك أكثر من 22 ألف قطعة من المُعدات الهندسية، تبرعَتْ بكثير منها شركات في حاجة ماسّة إلى مهندسين يملكون المؤهلات اللازمة للعمل. وقد دَرَسْتُ كلًّا من الهندسة الميكانيكية، وإدارة الأعمال في بلدي الأم، المكسيك. لذا، فأنا على دراية بهذين العالَمين، كما أنني أعي المهارات المهنية التي تحتاجها الشركات.

ويُتوقع أن يتوافد الطلاب للدراسة في المعهد بدايةً من الساعة التاسعة صباحًا حتى الخامسة مساءً، خمسة أيام في الأسبوع، ولمدة 46 أسبوعًا كل عام، وأن يحوزوا بعد ثلاث سنوات من التحاقهم به درجة الماجستير في الهندسة المتكاملة.

ونعمل على إزالة العقبات التي تواجهها النساء الراغبات في دراسة الهندسة، ونهدف إلى تحقيق توازن تام بين أعداد الطلاب من الجنسين. ولا يتطلب الالتحاق بالمعهد نيل درجات مرتفعة في مادتَي الرياضيات، والفيزياء، وهذا ما تشترط معاهد الهندسة عادةً الحصول عليه من مرحلة التعليم قبل الجامعي، لكن هذا لا ينفي أن إجراءات قبول الطلاب للالتحاق بالمعهد ستكون صارمة، إذ يتعين على الطلاب المحتمَلين إرسال مقاطع فيديو كوسيلة للتقدم للالتحاق بالمعهد. كما سنختبرهم في مواقف جماعية، لمعرفة مدى تعاونهم بشكل جيد. وسيبدو الأمر كمقابلة عمل مطوّلة.

رصدت لنا حكومة المملكة المتحدة منحة قدرها 23 مليون جنيه إسترليني (ما يعادل 31.4 مليون دولار أمريكي) لبدء المشروع في عام 2017. ومنذ ذلك الحين نجمع التمويلات اللازمة لإطلاقه. وستغطي هذه التبرعات الرسومَ الدراسية لجميع الطلاب في الدفعة الأولى. ونهدف في نهاية المطاف أن يتوفر لدينا فورًا عدد يصل إلى ألف طالب. وفي الوقت الحالي، نملك ترخيصًا لقبول الطلاب من المملكة المتحدة فقط، وهذا أمر مناسب للمرحلة الحالية، فبلدهم بحاجة إليهم.

إيلينا رودريجيز فالكون

الرئيسة والمديرة التنفيذية للمعهد النموذجي الجديد للتكنولوجيا والهندسة في هيرفورد، المملكة المتحدة.

أجرى المقابلة: كريس وولستون.